Anno LIII
Numero 3
Dicembre 2004

Elettronica e telecomunicazioni

Editoriale

Presentazione del numero speciale di
Nuova Civiltà delle Macchine

Passati e Presenti della Televisione

Costruire la Rai
Tecnologia e televisione in Italia dai pionieri al boom economico

Gli standard DVB
dalla tv generalista ai servizi multimediali interattivi

Televisione stereoscopica

L'effetto Pulfrich

Storia della della tecnologia della televisione

1- dal Telettroscopio al Disco di Nipkow

Prorogata l'apertura al pubblico del Centro Ricerche

Elettronica e telecomunicazioni

Edizione ottimizzata per la stampa.
La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

Indice

Anno LIII
N° 3
Dicembre 2004

Rivista quadrimestrale a cura della Rai

Editoriale

ing. Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e
Telecomunicazioni"

I 50 anni della televisione italiana offrono lo spunto per compiere una approfondita riflessione sul cammino fin qui compiuto dalla tecnologia dei "media" audiovisivi, sullo stato dell'arte dei servizi oggi disponibili e sulle prospettive che il trend di sviluppo ci lascia intravedere per il prossimo futuro.

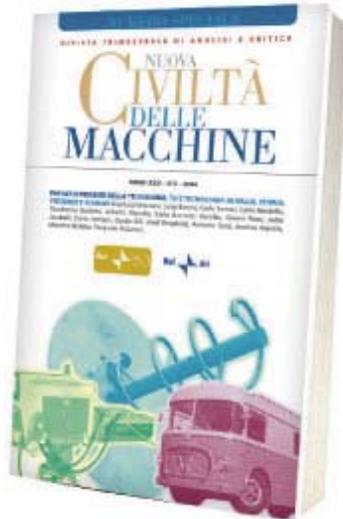
L'attuale numero della rivista coglie l'occasione della pubblicazione dell'edizione speciale di "Nuova Civiltà delle Macchine" per compiere una retrospettiva sulle varie e, talvolta, sorprendenti tappe che, a partire dai primi esperimenti di laboratorio per passare attraverso la nascita dei servizi di radiodiffusione televisiva, hanno portato il sistema ad evolversi nella forma e nei contenuti che sono oggi sotto i nostri occhi di telespettatori.

Visitando il Museo della Televisione, ospitato presso il centro di Produzione RAI di Torino, si resta sbalorditi nel constatare quanto poco o nulla sia rimasto negli odierni impianti di quella che è stata la tecnologia impiegata nei primi pionieristici tentativi di sviluppare un sistema di diffusione: i trasduttori ottico-elettrici erano di tipo meccanico (i mitici Dischi di Nipkow) e il potere di risoluzione limitato a poche decine di righe. Quando, con l'avvento dei tubi da ripresa elettronici (l'Iconoscopio di Zworykin), la BBC inaugurò il sistema di trasmissione a 405 righe, l'evento venne ampiamente pubblicizzato con lo slogan: "Lancio del nuovo sistema di televisione ad alta definizione…(!)".

L'articolo di Carlo Boccazzi compie un interessante "excursus" sulle vicende che hanno caratterizzato la storia della televisione, dall'epoca dei primi esperimenti agli anni del boom economico. L'esposizione è resa particolarmente interessante dalla citazione di fatti ed avvenimenti poco cono-

sciuti al grande pubblico che, seduto oggi davanti ad un televisore dell'ultima generazione, non può immaginare la distanza che separa gli attuali sviluppi tecnologici dagli strumenti allora disponibili.

Per offrire ai lettori una panoramica di cosa sta oggi maturando e di cosa verosimilmente ci riserverà il prossimo futuro, viene pubblicato un articolo sugli Standard DVB che, essendo in pratica adottati a livello mondiale, costituiscono un punto di riferimento sullo stato dell'arte della attuale televisione e sulla sua evoluzione verso la multimedialità interattiva, nel quadro della convergenza delle tecnologie.

Nel filone della Televisione Stereoscopica, avviato con il numero 2-2004 di questa rivista, si inserisce l'articolo "Televisione Stereoscopica – L'effetto Pulfrich". Le tecniche attualmente in via di sperimentazione per trasmettere i segnali stereoscopici non sono perfettamente compatibili con il sistema televisivo convenzionale e presentano una serie di limitazioni qualitative; l'effetto Pulfrich consente di creare un'illusione ottica che, in particolari condizioni, genera il senso della profondità rendendo più coinvolgente la visione delle immagini. L'articolo effettua una disamina di tali condizioni e suggerisce alcune soluzioni per l'attuazione del sistema.

Presentazione del numero speciale di Nuova Civiltà delle Macchine

Passati e Presenti della Televisione

Marzio **Barbero**
Natasha **Shpuza**

Il giorno 15 dicembre 2004, presso il Museo della Radio e della Televisione della Rai si è tenuta la presentazione del numero speciale della rivista Nuova Civiltà delle Macchine "Passati e Presenti della Televisione - Tv e Tecnologia in Italia: storia, presenze e scenari", edita da Rai Eri.

Scrive nell'Introduzione Gianluca Veronesi, coordinatore festeggiamenti 50° Tv:

"L'evoluzione tecnologica della televisione in Italia, in questi cinquant'anni, non è mai stata raccontata", [...]

I saggi raccolti vogliono essere uno stimolo a percorrere nuove strade di studio e indagine: da un lato ricostruiscono - utilizzando in gran parte documenti inediti - gli albori pionieristici della televisione italiana, il periodo delle scelte e dei grandi investimenti infrastrutturali; dall'altro descrivono, pur con tutte le incertezze, gli scenari che, da qui a qualche anno, si andranno a prefigurare".

Alcuni degli autori dei saggi, Gianfranco Barbieri, Carlo Boccazzi Varotto e Alberto Morello hanno discusso di tali temi con Ambrogio Artoni, Valter Giuliano, Sigfrido Leschiutta, Vittorio Marchis. Ha moderato Giovanni Battista Gardoncini.

La rivista trimestrale "Nuova Civiltà delle Macchine" è connessa all'omonima Associazione, nata nel 1987 a Forlì, che si propone come un laboratorio a livello nazionale di confronto tra ricerca, specialismi, teorie generali e riflessione sulle condizioni culturali del nostro tempo.

La rivista ha dedicato un numero speciale all'approfondimento della TV e tecnologia in Italia poiché i nuovi strumenti di comunicazione, e fra questi la televisione, sono le "Macchine" che oggi più influenzano la nostra società.

Sono proprio le tecnologie della comunicazione che segnano la svolta fra le fasi della storia: la scrittura, che individua il passaggio tra preistoria e storia, l'invenzione della stampa che segna il passaggio dal medioevo al rinascimento.

E' stato sottolineato il ruolo economico della nascita della televisione come traino della ricerca e dell'industria : "Gli anni della nascita e del consolidamento tecnologico della televisione in Italia coincidono, forse non a caso, con gli anni del cosidetto miracolo economico"[1].

Determinante nell'introduzione delle tecniche digitali per la distribuzione del segnale televisivo è stato il ruolo svolto dal progetto europeo culminato con gli esperimenti di trasmissione di segnali in alta definizione in occasione dei campionati mondiali di calcio Italia '90.

FOTO SABINO MANTOVANO

L'introduzione della televisione digitale terrestre, con l'ampliamento dell'offerta di programmi e soprattutto con la possibilità di fornire servizi interattivi, ha dato lo spunto per un confronto con gli altri mezzi di comunicazione che hanno visto negli ultimi anni una sempre più ampia penetrazione, non solo fra i giovani, sia in ambito professionale che di svago: l'accesso al web e la telefonia cellulare.

E' stato puntualizzato come la mancanza di schermi piatti, con caratteristiche di definizione, costo e durata adeguati, fosse uno degli elementi che, negli anni '90, ostacolò la possibile introduzione dei sistemi ad alta definizione. L'attuale offerta di schermi, e la maggiore efficienza delle tecniche di compressione dei segnali video e audio, può, nel prossimo futuro, consentire di portare a casa dell'utente segnali di elevatissima qualità tecnica.

1. da "Costruire la Rai. Tecnologia e televisione in Italia dai pionieri al boom economico".

I partecipanti hanno auspicato un miglioramento altrettanto marcato dal punto di vista della qualità dei contenuti del prodotto televisivo.

Un particolare interesse si è riscontrato, anche da parte del pubblico intervenuto, alla dimostrazione allestita nel foyer del Museo: "ricezione di un segnale ad alta definizione diffuso mediante canale digitale terrestre.

FOTO SABINO MANTOVANO

Alcune "prime" nella storia delle tecnologie televisive

Le pagine che seguono illustrano alcuni degli eventi tecnologici in cui il Centro Ricerche Rai ha avuto un ruolo importante, confermando che Torino ha sempre rappresentato il centro di un ambiente favorevole all'avvio della sperimentazione delle nuove tecnologie, come testimonia lo scritto di Alessandro Banfi nel maggio 1935, in previsione delle trasmissioni sperimentali: "...La città di Roma è però la meno adatta per effettuare un servizio di radiotelevisione circolare a causa delle ondulazioni del terreno che causano numerose zone morte per la ricezione. Per questo motivo e per l'esistenza a Torino del laboratorio sperimentale, sarebbe utile eseguire in quest'ultima città delle trasmissioni di televisione semi regolari"[1].

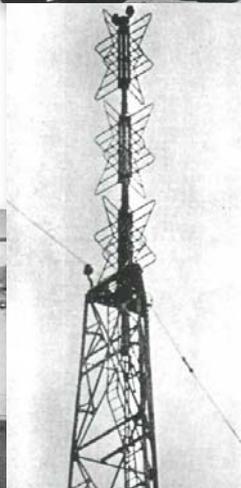
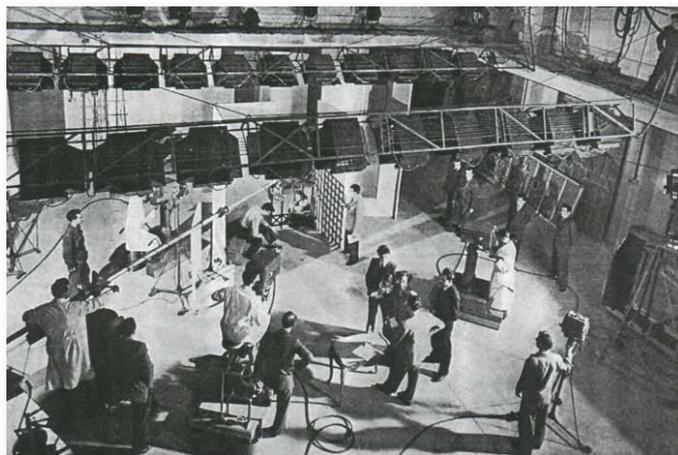
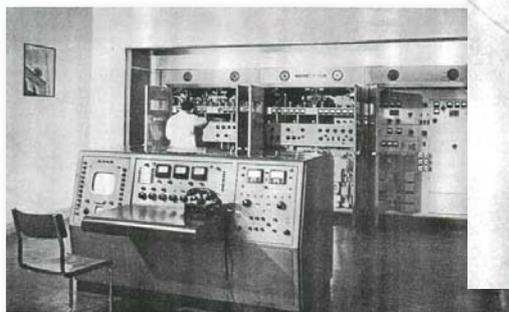



foto da "La stazione di televisione di Torino" dell'Dott. Ing. Andrea Magelli della RAI sul numero 2 (marzo-aprile) del 1952 di Elettronica e Televisone Italiana.

Testo e figure dell'articolo sono state interamente riprodotte nel numero 3, dicembre 2001 di Elettronica e Telecomunicazioni.

La televisione ad alta definizione (HDTV) e Italia '90

"Il satellite scelto fu l'Olympus, un satellite geostazionario sperimentale per la radiodiffusione lanciato dall'ESA, di cui la Rai affittò un canale. [...]

La febbrile attività di preparazione delle dimostrazioni coinvolse tutte le energie del Centro Ricerche Rai, [...].

Furono allestite otto sale di visione su grande schermo in Italia (due a Roma, Napoli, Perugia, Milano, due a Torino, Venezia) e due sale in Spagna (ricezione a Barcellona, con collegamento in fibra ottica a Madrid). [...]

A giugno fu trasmessa in diretta dallo stadio di San Siro di Milano la cerimonia di apertura dei mondiali, prima trasmissione mondiale di televisione digitale ad alta definizione via satellite".

(da "*La Rai e le nuove tecnologie. Gli anni novanta e oltre*")

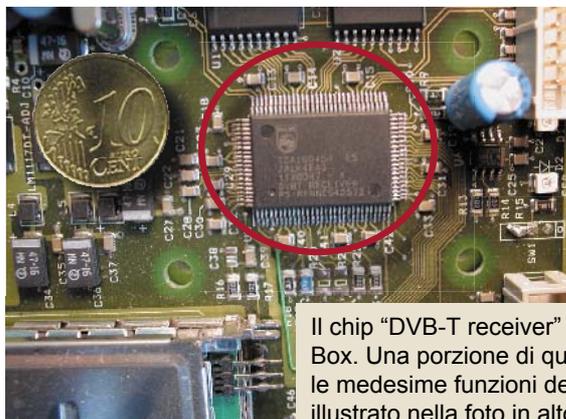
Il DVB-T e la televisione digitale terrestre

"[...] le tecniche televisive numeriche si sono evolute a partire dalla standardizzazione del sistema MPEG-2, basato su algoritmi sostanzialmente simili a quelli utilizzati per il progetto EU-256 a Italia '90; la nascita del consorzio DVB (Digital Video Broadcasting) [...] offre ad industria, gestori di servizi, università e centri di ricerca un efficiente forum su cui concentrare gli sforzi per lo sviluppo di un sistema completo ed articolato di standard tecnici che coprano l'intero spettro della radiodiffusione: terrestre, satellite, cavo, multimedia ed interattività.

Il Centro Ricerche è presente nel consorzio fin dalla sua costituzione [...]. Assieme a RaiWay, il Centro ha svolto nel corso degli anni una estensiva sperimentazione in area di servizio per l'avvio dei servizi di TV digitale terrestre: dall'accensione del primo trasmettitore DTT da Torino Eremo nel 1998, [...]"

(da "*Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica)*"

1998: il Centro Ricerche Rai, per primo in Italia, inizia la trasmissione DTT sperimentale dal centro trasmittente di Torino Eremo (primo demodulatore professionale NTL, con otto schede contenenti ognuna otto DSP).

FOTO ANDREA BERTELLA

Il chip “DVB-T receiver” in un Set Top Box. Una porzione di questo chip svolge le medesime funzioni dei prototipo illustrato nella foto in alto.

MPEG

MPEG è l'acronimo di Motion Picture Expert Group, uno dei gruppi di lavoro del comitato tecnico congiunto JT1 di ISO e IEC (due enti di standardizzazione a livello mondiale).
Il Convenor è stato, fin dalla nascita del gruppo, Leonardo Chiariglione, dello CSELT (oggi TelecomItaliaLab), di Torino. La prima sessione di MPEG-2 ebbe luogo nel luglio 1990.

Nel tempo si è cercata una sempre migliore ed efficiente modalità di sfruttamento del canale televisivo

3 gennaio 1954
Inizio ufficiale dei programmi televisivi.

Un canale consente la diffusione di un solo programma in bianco/nero.

1 febbraio 1977
arriva il colore

Con il PAL il canale diffusivo analogico permette di portare a casa dell'utente anche l'informazione di crominanza.

3 gennaio 2004
Inizio ufficiale della televisione digitale terrestre.

Lo stesso canale diffusivo terrestre, grazie alla codifica digitale, è ora in grado di portare all'utente un multiplex (o *bouquet*) di programmi

Attualmente la Rai diffonde due multiplex:
MUX A comprende 5 programmi tv
(RaiUno, RaiDue, RaiTre, Rai Test1 e Rai Test2) e
MUX B che comprende 5 programmi tv
(RaiSport SAT, RaNews24, RaiEDU 1, RaiUtile, RaiDoc) e
4 programmi audio (Radio 1, Radio 2, Radio 3, FDAuditorium).

Dimostrazione effettuata il 15 dicembre 2004: segnale HDTV ricevuto via digitale terrestre

Per la prima volta il canale viene utilizzato per dimostrare la fattibilità della diffusione di un programma in alta definizione.

FOTO ANDREA FALLETTO

L'alta definizione permette di fruire di un segnale di 1920 x 1080 pixel (formato 16/9),

una definizione oltre quattro volte superiore rispetto a quella della televisione tradizionale (formato 4/3).

Il segnale HDTV sperimentale codificato MPEG-2 a 24 Mbit/s in Francia (HDforum.fr) ...

...è diffuso via satellite,

Satellite Hot Bird

ricevuto presso il
Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica,
convertito secondo il multiplex della
televisione digitale terrestre e,

attraverso il trasmettitore
RaiWay di Torino Eremo,
irradiato sulla città di Torino.

La ricezione presso il
Museo Rai della Televisione e della Radio
avviene per mezzo di un
tradizionale impianto d'antenna
(canale 29, polarizzazione verticale).

FOTO SABINO MANTOVANO

Il decodificatore è stato sviluppato come
prodotto consumer per HDTV
via canale diffusivo terrestre.

Il segnale è visualizzato su uno
schermo al plasma di tipo commerciale
(risoluzione 1366 x 768).

Il prossimo futuro

Con le nuove tecniche MPEG-4 AVC (*Advanced Video Coding*) già oggi si possono comprimere tre programmi con la stessa qualità, in alta definizione, in un solo canale.

La Rai intende avviare una fase
sperimentale per portare l'alta definizione all'utente,
sui canali terrestri.

Costruire la RAI
Tecnologia e televisione in Italia dai pionieri al boom economico

Carlo **Boccazzi Varotto**

Studioso di storia economica dei media, consulente Festeggiamenti 50° Tv

Articolo tratto dal numero speciale di
Nuova Civiltà delle Macchine
Anno XXII - N°2 - 2004
"Passati e Presenti della Televisione
TV e Tecnologia in Italia: storia, presenze e scenari"
edito da Rai Eri

I primi esperimenti

E' il 29 luglio del 1939, il sig. F.L Bennet (purtroppo non ne conosciamo il nome per intero), residente a Guarsney, nel canale della Manica, noto come "…the B.B.C. most distant televiewer…" accende il proprio televisore (da ben tre anni la B.B.C ha inaugurato dall'Alexandre Palace di Londra la propria trasmissione televisiva quotidiana), e sullo schermo vede apparire nitida la scritta EIAR (Ente Italiano Audizione Radiofoniche) accompagnata da alcune frasi in italiano.

Il Daily Espress riporta la curiosa notizia il primo agosto di quello stesso anno, aggiungendo che il sig. Bennet può fregiarsi di un ulteriore titolo quello di "…EIAR most distant viewer…"[1].

Mr. Bennet è l'involontario testimone di uno dei primi esperimenti italiani di televisione o come si sarebbe detto allora, di teletrasmissione.

In realtà, fin dal 1929 alcuni tecnici dell'EIAR, l'antenata della RAI, coordinati da Alessandro Banfi[2] hanno condotto negli studi radiofonici di Milano esperimenti di tele-visione e, sul finire di quello stesso anno, questa volta nella sede EIAR di Torino, in un locale detto "visorium", hanno costruito il primo impianto italiano di ripresa, trasmissione e ricezione televisiva.

In pratica il gruppo di Banfi, riproduce gli esperimenti di trasmissione dell'immagine compiuti in quegli anni dall'inglese John Logie Baird.

Nota 1 - Long distance, "Daily Espress", 1 agosto 1939 p.5

Nota 2 -Per cenni sulla biografia di Alessandro Banfi, cfr. Omaggio a un pioniere, in "Radio e Televisione, collezione del museo RAI", Milano 1997.

Alla base degli esperimenti vi è il discoi[3] inventato dal polacco Paul Nipkow nel 1884 che, migliorato, permette a Baird nel 1925 di realizzare il primo apparato televisivo del mondo e di fondare la prima società televisiva, la Television Limited.

Sull'esempio inglese anche un'azienda elettronica italiana, la SAFAR compie in quegli anni, sotto il coordinamento di un ingegnere, Arturo Castellani, esperimenti di televisione e nel 1931 a Milano durante la Seconda Mostra Nazionale della Radio è in grado di mostrare al pubblico dimostrazioni dei "principi della televisione".

Nei due anni successivi, l'EIAR svolge tra Torino, Milano e Roma, numerose dimostrazioni di teletrasmissione che però difficilmente superano le mura dei laboratori. Come scrive Monteleone: <<…l'Italia si limitava in quegli anni a registrare scoperte fatte all'estero e ad applicarle su scala nazionale, ma non disponeva di un'industria capace di un'autonoma, anche se ridotta, produzione sperimentale…>>[4].

In Europa, si sta intanto affermando l'idea di sostituire il metodo di scansione meccanica utilizzato da Baird e dai suoi epigoni con la scansione elettronica studiata in quegli anni negli Stati Uniti da Vladimir Zworykin.

Il tubo elettronico permette di riprodurre un'immagine con un maggior numero di linee e quindi una miglior definizione. La scansione meccanica tipica di un disco è di 180 linee per immagine, e venticinque immagini al secondo. La scansione elettronica permette di raddoppiare il numero delle righe (375) e di mantenere la stessa cadenza delle immagini.

Nel 1933, la SAFAR presenta alla Fiera Campionaria di Milano un ricevitore a 180 linee con tubo a scansione elettronica, e pochi mesi dopo a settembre l'EIAR, in occasione della "V Mostra Nazionale della Radio", utilizzando attrezzature di fabbricazione tedesca a scansione meccanica, mostra per la prima volta esperimenti di radiovisione al pubblico.

Il che permette al Radiocorriere di scrivere: <<…In ambienti tecnici di tutto il mondo si dice ormai con certezza che l'anno 1934 sarà "l'anno della televisione", l'anno in cui sarà finalmente possibile acquistare con spesa non eccessiva un apparecchio che consentirà di udire e vedere ad un tempo…>>[5] .

Nella primavera del 1935 Alessandro Banfi conduce un breve viaggio esplorativo in Europa[6] per verificare lo stato delle ricerche e delle applicazioni in campo

Nota 3 - Il dispositivo di Nipkow consisteva in realtà di una coppia di dischi, rotanti con uguale frequenza, sui quali era praticata una serie di piccoli fori disposti secondo una spirale con origine nel centro. Il primo disco ruotando, trasmetteva attraverso i fori della spirale la luminosità dei punti dell'immagine ad una cellula fotoelettrica situata nello spazio tra i due dischi. Il segnale proveniente dalla fotocellula azionava una lampada a gas posta dietro il secondo disco, in modo da ricostruire e proiettare l'immagine.
Il disco usato da Baird era stato perfezionato consisteva di quattro spirali, ciascuna di cinque fori che ruotavano a 200 giri il minuto. L'immagine prodotta era composta soltanto da cinque linee ma era pur sempre un'immagine televisiva.

Nota 4 - Franco Monteleone, *Storia della radio e della televisione in Italia*,Venezia 1992, p. 271.

Nota 5 - *La Televisione*, "Radiocorriere", 8-15 ottobre 1933 Cit. in Aldo Grasso, Storia della televisione italiana, Milano 2000, p 7.

Nota 6 - Cfr. "Relazione sulla visita agli impianti di televisione inglesi e tedeschi", dattiloscritto di Alessandro Banfi sd e sl databile 1935. Gran parte del materiale utilizzato per questa ricerca è stato reperito nel Fondo Banfi, conservato presso il Museo della Radio e della Televisione di Torino, d'ora in poi (FoBa).

televisivo. Nel Regno Unito sia la società fondata da Baird e che porta il suo nome, sia la società Marconi-EMI stavano per sperimentare, in accordo con il governo, due diversi trasmettitori ad onde corte e altrettanti apparati di ricezione.

In Germania la RRG (Reichs-Rundfunk-Gesellschaft) usa impianti di trasmissione Telefunken e di ricezione della Fernseh A.G., un'azienda che ha la sua sede nelle storiche officine della Zeiss-Icon di Zehlendorf.

L'EIAR, ovviamente, è una società radiofonica, non un'industria elettronica. Per far nascere una televisione italiana Alessandro Banfi è quindi convinto della necessità di utilizzare tecnologie straniere <<…i tipi che allo stato attuale, per quanto si è constatato, rispondono alle suddette esigenze, risultano l'apparecchiatura analizzatrice meccanica della FERNSEH A.G di Berlino e quella analizzatrice elettronica della MARCONI-EMI di Londra. […] Il funzionamento del primo suddetto impianto […] potrebbe fornire dati sperimentali molto importanti per lo studio di un progetto di estensione del servizio, ed inoltre offrirebbe all'industria nazionale il tempo e il modo di mettersi in grado di produrre le apparecchiature trasmittenti sufficientemente perfezionate per la suddetta estensione del servizio>>[7]. Agli occhi di Banfi, gli apparati italiani, anche i più evoluti come quelli prodotti dalla SAFAR che, proprio nei giorni del ritorno di Banfi in Italia espone a Torino alla Mostra delle Invenzioni, apparecchiature per la trasmissione e la ricezione di film, confrontati con quelli inglesi e tedeschi si dimostravano piuttosto deludenti.

Come abbiamo visto, il 1936 è per la storia delle televisione una data fondamentale. Mentre in Germania un giovane operatore di nome Walter Bruch, che tre decenni dopo sarà considerato l'inventore del sistema televisivo a colori PAL, riprende a Berlino l'inaugurazione dei Giochi Olimpici che sono poi trasmessi utilizzando un cavo coassiale a Lipsia e Monaco; nel Regno Unito iniziano le trasmissioni regolari della BBC.

Nei tre anni successivi, EIAR, SAFAR e Magneti Marelli, sono le protagoniste della ricerca e della sperimentazione italiana. La Magneti Marelli inizia una collaborazione con la RCA-General Electric che porta in Italia lo stesso Vladimir Zworykin, e realizza tra il '38 e il '39 telecamere a scansione elettronica e alcuni modelli di televisori[8].

Alla vigilia del secondo conflitto mondiale nel 1939 l'EIAR, decide di installare a Roma un "complesso e moderno (per quell'epoca)" impianto televisivo, il primo interamente a scansione elettronica, con il quale effettua per tutto l'anno la trasmissione via etere di scene in diretta e film.

E' questo impianto che con ogni probabilità emette il segnale che raggiunge la lontana Inghilterra e sbalordisce Mr. Bennet.

Sul finire dello stesso anno a Milano, la Magneti Marelli, che nell'estate durante la "Mostra di Leonardo e delle invenzioni" ha svolto con l'EIAR numerosi esperimenti di trasmissione via cavo per il pubblico, installa sulla Torre Littoria di Parco Sempione in occasione della XI Mostra Nazionale della Radio un impianto, con standard a 441 righe. L'anno successivo, sempre a Milano nel corso delle due settimane di Fiera sono possibile trasmissioni regolari dalle 18 alle 18 e 30 e dalle 21 alle 21 e 30.

Nota 7 Alessandro Banfi, dattiloscritto, "Conclusioni e proposte" datato, Torino, 5 giugno 1935 (FoBa).

Nota 8 - Cfr. Diego Verdegiglio, Cit. p.167.

Roma e Milano sono così le prime due città in Italia ad avere, in teoria, una possibile diffusione regolare via etere di televisione.

Scrive in quei giorni il Corriere della Sera, con una certa superficialità in considerazione della tragedia che da li a qualche mesi coinvolgerà il nostro paese: <<…per confondere i soliti esterofili precisiamo che attualmente l'unico Paese d'Europa che abbia le sue regolari trasmissioni televisive è proprio l'Italia, perché Germania, Inghilterra e Francia le hanno interrotte fin dall'inizio della guerra […] Roma è oggi dunque la sola città europea che abbia un suo regolare servizio di radiovisione. […] possiamo assicurare che con l'inizio del nuovo anno fascista anche la nostra città [Milano] avrà il suo regolare e quotidiano servizio radio di televisione…>>[9]

Osserva il solito Banfi in un dattiloscritto senza titolo e data, conservato presso l'archivio del Museo della Radio di Torino, ma redatto quasi certamente nel corso del secondo conflitto mondiale: <<…l'anno 1940 avrebbe dovuto segnare l'inizio di un nuovo periodo caratterizzato dal potenziamento industriale-commerciale di questo meraviglioso ritrovato della tecnica moderna…>>[10]. Non è così, in tutta Europa, la guerra mondiale blocca la sperimentazione e soprattutto la possibile diffusione di un'industria televisiva.

In Italia le trasmissioni, sperimentali e a carattere cittadino, sono ovviamente interrotte, e le apparecchiature, trasportate in Germania dopo l'armistizio, vanno perdute.

Iniziano le sperimentazioni regolari

Nel primo dopoguerra gli sforzi dell'EIAR, che intanto ha assunto la denominazione RAI (Radio Audizioni Italiane), sono rivolti alla ricostruzione della rete radiofonica. Soltanto nel 1947 in Italia si ricomincia a parlare di Televisione. Una grande azienda americana, la RCA, invia alla Fiera di Milano di quell'anno un impianto mobile per riprese televisive, con il quale sono effettuate trasmissioni quotidiane di spettacoli, tra cui dirette dal Teatro alla Scala alle quali il pubblico può assistere in uno speciale auditorium adiacente la Fiera.

Nel 1949 è ancora una azienda americana, questa volta la General Electric ad inviare un altro apparato alla Fiera di Milano.

Nell'autunno di quello stesso anno si svolgono sempre a Milano, presso l'ex Villa Reale il "I convegno tecnico industriale internazionale di televisione" e al Palazzo dell'Arte la "I esposizione internazionale di Televisione", dove si alternano in dimostrazioni al pubblico, le maggiori ditte estere produttrici d'apparati riceventi e trasmittenti di televisione.

Al centro dei temi del congresso vi sono i diversi standard di ricezione e di trasmissione che dalla fine della guerra sono stati sviluppati in modo indipendente in ogni paese.

Intanto però l'attenzione di tutti i congressisti e di coloro che guardavano con interesse alla nascita di una televisione italiana, si sposta su Torino, da dove[11] giungono le trasmissioni televisive mostrate durante l'Esposizione internazionale.

Già nel maggio1935 Banfi, in previsione delle trasmissioni sperimentali, aveva scritto: "…il miglior punto di installazione di un radiotrasmettitore [a Roma] ad onda ultracorta è Monte Mario […] I complessi analizzatori rimarrebbero nell'attuale sede dell'EIAR di Via Asiago…" aggiungendo

Nota 9 - *La televisione a Milano*, "Corriere della Sera", 26 aprile 1940 p.6

Nota 10 - Alessandro Banfi, dattiloscritto s.d., s.l. ma collocabile tra il 1941 e il 1943, (FoBa).

Nota 11 - Cfr. Camilla Cederna, *Il miracolo della Televisione negli occhi e nel cuore dei milanese*, "Radiocorriere" 18-24 settembre 1949, p. 8.

poi “La città di Roma è però la meno adatta per effettuare un servizio di radiotelevisione circolare a causa delle ondulazioni del terreno che creano numerose zone morte per la ricezione. Per questo motivo e per l’esistenza a Torino del laboratorio sperimentale, sarebbe utile eseguire in quest’ultima città delle trasmissioni di televisione semi regolari…”[12].

Nel settembre di quattordici anni dopo, la RAI acquista dalla General Electric un impianto trasmittente ed una apparecchiatura di ripresa da studio, che sono installate e messe sperimentalmente in funzione all’ombra della Mole Antonelliana.

La città può d’altronde contare fin dal 1930 sulla presenza di un Laboratorio Ricerche, voluto dall’EIAR, il cui scopo, è quello di creare all’interno dell’Azienda un centro tecnico destinato alla costruzione e manutenzione degli impianti e che attraverso una complessa evoluzione, ha accompagnato fino ai giorni nostri i cambiamenti tecnologici della televisione italiana[13].

Il primo, per quanto improvvisato, studio televisivo della RAI è quindi allestito all’ombra della Mole Antonelliana in un tendone montato su un’area bombardata: <<…era attrezzato come uno studio cinematografico. Stoffe azzurre o grigie, adattate in modo tale che le figure umane distaccassero nettamente, facevano da sfondo. Tre macchine da presa, simili in apparenza a quelle cinematografiche, ma in realtà nettamente diverse, erano puntate per ritrarre le immagini in primo piano, in mezzo campo lungo e in campo lungo. Gli operatori, con cuffia agli orecchi, eseguivano gli ordini del regista che, dal tavolo di regia, eseguiva un vero e proprio montaggio immediato variando secondo la sua sensibilità la scena che si svolgeva in sala. Una lunga giraffa, che è quel braccio metallico a cui è appeso il microfono, spostata a giudizio dell’operatore per captare i suoni e le voci da sincronizzare con le immagini>>.[14]

Dagli studi di via Montebello, sotto la guida di un altro pioniere della televisione, Sergio Bertolotti, tramite una antenna parabolica, le immagini sono convogliate a circa cinque chilometri di distanza sulla collina dell’Eremo dove è collocato il centro radio, e dall’Eremo tramite un ripetitore a 625 linee fabbricato sempre dalla General Electric, vengono irradiate nel raggio di un centinaio di chilometri attorno a Torino[15] e fino a Milano.

Nel frattempo, all’impianto statunitense a 625 righe, ne viene affiancato uno offerto dalla “Television Francaise” a 819 righe; per tutto il mese di ottobre si procede ad un confronto empirico tra i due standard per stabilire quello da adottare in Italia.

Scegliere uno standard

Nel 1949 esistevano al mondo tre regolari servizi di televisione, di cui due (quello americano e quello inglese) affermati e, specie quello americano, molto diffuso, ed infine ul’ultimo (quello francese) a 450 linee, di limitata diffusione, che un recente decreto aveva stabilito dovesse essere sostituito da un nuovo sistema a più alta definizione (819 linee).

Prima di iniziare una qualsiasi vera attività televisiva, anche se soltanto sperimentale, occorreva dare garanzie all’industria elettronica nazionale, ma anche all’utenza, orientandosi sulla scelta di uno standard certo almeno nel medio periodo.

Non a caso alcuni anni dopo il Ministro dello Poste e Telecomunicazioni, il de-

Nota 12 - Alessandro Banfi, dattiloscritto “Programmi attività e sviluppo lavori nel reparto televisione”, pp.3-4, Torino 10 maggio 1935, (FoBa).

Nota 13 - G: Barbieri, A. Morello, *Il Centro Ricerche e Innovazione tecnologica*, "Nuova Civiltà delle Macchine", n. 2, 2004, pp.26-33.

Nota 14 - Camilla Cederna, *Il miracolo della Televisione negli occhi e nel cuore dei milanese,* “Radiocorriere” 18-24 settembre 1949 p 8.

Nota 15 - Cfr. Andrea Magelli, *La stazione di televisione di Torino,* “Elettronica e Televisione Italiana”, marzo-aprile 1952 anno 1 n. 2 pp 56-62.

mocristiano Giuseppe Spataro, avrebbe affermato in occasione della XXX Fiera Campionaria di Milano, ai microfoni di Radiosera: <<… la diffusione della televisione dipende dagli industriali e dai commercianti, i quali dovranno trovare nel maggior numero di vendita degli apparecchi, più che nei prezzi alti, il loro giusto guadagno. Tanto più si costruirà in Italia e si venderà a prezzi equi, tanto meno importeremo dall'estero….>>[16]

Il <Comité Consultatif International de Radiodiffusion> (CCIR) convoca, fra il 1948 ed il 1951, una serie di conferenze internazionali a Zurigo, a Londra ed a Ginevra.

Fin dalla prima conferenza di Zurigo è evidente che, la maggioranza dei Paesi europei ancora sprovvisti di un servizio televisivo regolare e quindi liberi di scegliere il sistema più vantaggioso sia dal punto di vista tecnico sia economico, tendono verso la scelta di un quarto standard, denominato <standard europeo unificato>, derivato sostanzialmente da quello americano, con la differenza di essere a 625 linee 50 immagini al secondo anziché a 525 linee 60 immagini.

In sede internazionale, si precisano tra l'altro delle norme per cui la banda video dello standard europeo viene allargata a 5,5 MHz contro i 4,5 dello standard americano

La RAI modifica le apparecchiature esistenti secondo il nuovo standard e da inizio ad una nuova serie di trasmissioni sperimentali che sono presentate al Consiglio Superiore Tecnico delle Telecomunicazioni riunito a Torino in seduta straordinaria il 28 giugno 1951 per valutare le caratteristiche tecniche delle apparecchiature e quindi esprimere un giudizio circa il voto emesso nel frattempo dal CNR, per l'adozione dello standard a 625 linee.

I servizi tecnici della RAI procedono intanto allo studio di un piano di distribuzione degli impianti per una rete nazionale di televisione, basato sul presupposto della utilizzazione della rete dei cavi coassiali già in progetto per la distribuzione dei programmi e sulla necessità di servire, col minor numero di impianti, le più vaste e popolate aree del territorio nazionale[17].

Il piano contempla lo sviluppo degli impianti in tre fasi successive legate ai tempi previsti per la realizzazione della rete di cavi coassiali.

La prima fase comprende la realizzazione degli impianti di Torino, Milano, Monte Penice e Roma; la seconda fase quelli di Venezia-Monte Venda, Genova Portofino, Napoli-Castel S. Elmo, Firenze-Monte Serra e Firenze Trespiano; la terza fase infine un gruppo di quattro trasmettitori nell'Italia meridionale e in Sicilia.

Il piano viene presentato al Ministero delle Poste e Telecomunicazioni nel marzo 1950 e, dopo l'esame, il Consiglio Superiore Tecnico delle Telecomunicazioni, nella sua seduta del 9 maggio 1951 approva la realizzazione della prima fase, auspicando che il servizio di televisione sia affidato, in esclusiva, alla RAI, "in considerazione delle benemerenze acquistate in questo campo e della sua efficiente attrezzatura tecnica" [18].

Su proposta del Ministro delle Poste e Telecomunicazioni, il Presidente della Repubblica il 26 gennaio 1952 emana, non senza qualche polemica, un decreto con il quale viene approvata e resa ese-

Nota 16 - Cit.in *La televisione, grande successo alla XXX fiera di Milano*, "Radiocorriere" anno 1952 n.19 p.3

Nota 17 - Cfr. Annuario Rai 1952, Roma 1953, pp.147-150

Nota 18 - Annuario Rai 1952, Roma 1953, p. 149

cutiva la Convenzione per la concessione esclusiva dei servizi di radiodiffusione e televisione circolari alla RAI il cui controllo, contestualmente, è assunto dall'IRI.

La Convenzione impone alla RAI di realizzare entro il 1953 gli impianti di Torino, Milano, Monte Penice e Roma, mentre fissa dei termini legati alla entrata in funzione dei cavi coassiali per gli altri impianti.

Le trasmissioni sperimentali

Come prima applicazione della Convenzione firmata da Rai e Ministero della Poste, l'azienda provvede ad ordinare negli Stati Uniti ed installare a Milano, nei primi mesi del 1952, un impianto trasmittente da cinque kW, che, insieme con lo studio di ripresa predisposto nel palazzo di corso Sempione, entra ufficialmente in funzione in occasione dell'apertura della XXX Fiera Campionaria, trasmettendone la cerimonia inaugurale.

Per tutta la durata della Fiera - e cioè dal 12 al 27 aprile del 1952 - la RAI organizza un ciclo di trasmissioni sperimentali dalla nuova stazione di Milano.

I programmi sono allestiti parte nel nuovo studio di ripresa di Milano e parte nello studio di Torino, collegato per l'occasione con quello di Milano dal ponte radio di Trivero.

Sono messi in onda vari spettacoli di prosa, varietà, balletti, opere, oltre a un telegiornale quotidiano con riprese filmate di attualità ed a numerosi documentari e pellicole cinematografiche.

Terminato questo primo ciclo di trasmissioni in grande stile allestite per la Fiera, gli impianti sospendono le trasmissioni per alcuni giorni.

Tra il maggio 1952 e il gennaio 1954 la Rai condurrà circa due anni di trasmissioni regolari, ma ancora sperimentali.

Un periodo assai lungo, pur tenendo conto della necessità di "addestrare il personale tecnico ed artistico"[19]. In realtà il problema che la RAI si trova ad affrontare è assai più complesso se, come aveva detto lo stesso De Gasperi, nel discorso inaugurale della XXX Fiera di Milano, ci si aspettava che la televisione italiana fosse << …uno strumento nuovo che comporta e sollecita l'unità, la concordia delle opere, la fraternità nella Nazione fra le diverse categorie, fra Nord e Sud, fra le regioni…>>[20].

Nota 19 - 1953, *Anno della televisione*, Radiocorriere, n.52 p.5

Nota 20 - *Radio e Televisione alla XXX Fiera di Milano*, Radiocorriere", n.17, anno 1952 p 3

La televisione italiana del dopoguerra è nata e si è sviluppata limitatamente all'asse Torino-Milano, tra via Montebello e C.so Sempione.

Sulla possibilità di realizzare una televisione nazionale si basa la Convenzione siglata tra Stato e RAI che concede in esclusiva a quest'ultima i servizi di radiodiffusione e televisione.

La concessione governativa impone a RAI di realizzare in una prima fase gli impianti di Roma, Milano, Torino e Monte Penice, i quali devono entrare in funzione non oltre l'autunno del 1953.

La Rai si trova dinnanzi un grosso problema: come assicurare con mezzi di fortuna il collegamento televisivo tra Roma e Milano e come garantire la diffusione della televisione in un paese dal profilo orografico estremamente complesso. RAI ha fin dal cinquanta sostenuto di essere l'unico organismo <<…in grado di affrontare con

successo la realizzazione di un programma del genere citato, sia per possibilità finanziarie (in un primo tempo le attività della radiofonia colmeranno le passività della televisione), che per l'esistente organizzazione sul piano nazionale, non può essere che la RAI…>>[21]. Si tratta ora di dimostrarlo.

Iniziano le trasmissioni

Il 3 gennaio 1954 iniziavano ufficialmente nel nostro Paese, dopo due anni di sperimentazioni, i programmi televisivi. Aprono le trasmissioni alle 11 del mattino l'inaugurazione degli studi di Milano e dei trasmettitori di Torino e di Roma. Gli abbonati sono circa 88.000, il canone è di 12.500 lire e un apparecchio televisivo costa circa 220.000 lire. Gli impianti trasmittenti in funzione sono sette: quelli di Torino, Milano, Monte Penice (in provincia di Pavia), Portofino, Monte Serra (in provincia di Firenze), Monte Peglia (a cavallo tra le province di Terni e Perugia) e Roma. Essi servivano poco più di un quarto della popolazione. Nel maggio dello stesso anno, con l'entrata in funzione dell'impianto di Monte Venda (in provincia di Padova), la popolazione italiana servita sarà quasi il 40 percento del totale. Alla metà del 1957 la popolazione italiana che potrà guardare la televisione sarà più del 90 percento e saranno stati attivati 116 ripetitori[22].

Nota 21 - Alessandro Banfi, dattiloscritto 1949, (FoBa).

Nota 22 - Cfr.Annuario Rai 1964, Roma 1965, p.253

Unire l'Italia

I tempi e la cadenze previste, per coprire il territorio nazionale, dalla concessione governativa siglata dalla Rai e dal Ministero delle Poste e Telecomunicazioni il 26 gennaio 1952, subiscono in quei tre anni un'accelerazione impressionante. La Convenzione contempla, infatti, tre successive fasi per l'estensione della rete televisiva, i cui tempi di attuazione sono determinati, come abbiamo già accennato, dalla progressiva messa in funzione di tratte di cavo coassiale che avrebbe dovuto collegare i principali centri di produzione.

Tuttavia, fin dal gennaio 1954, la RAI ha attivato, indipendentemente dalla posa delle tratte del cavo coassiale, tutti gli impianti televisivi previsti nelle prime due fasi con la sola eccezione dell'impianto di Napoli, ma con l'aggiunta del centro di Monte Peglia, destinato a servire gran parte dell'Umbria e del Lazio settentrionale.

Questa accelerazione è stata possibile grazie agli sforzi compiuti dai tecnici della RAI al fine di risolvere un evidente paradosso contenuto nella Convenzione.

Se il collegamento tra Milano e Roma con un cavo coassiale non può essere garantito, per parere univoco, prima della fine del 1955, come è possibile dare vita fin dall'inizio del 1954 ad una televisione nazionale, in grado cioè di collegare almeno i maggiori centri del nord con Roma? Le alternative sono o produrre due programmi indipendenti uno per il nord e l'altro per il centro Italia, oppure assicurare con mezzi di fortuna un collegamento televisivo tra Roma e Milano, in attesa di poter utilizzare il cavo coassiale. La prima ipotesi <<…Considerando il costo elevato dei programmi di televisione e la conseguente convenienza di evitare la generazione di due programmi autonomi, uno al Nord ed uno al Sud, nonché l'interesse intrinseco derivante dalla possibilità di immediato scambio di riprese di attualità

fra la capitale e le altre regioni…>> non può che essere scartata.

Non resta quindi che studiare la possibilità di <<… attuare un collegamento provvisorio televisivo fra Milano e Roma…>>[23].

La soluzione al problema viene trovata nella Repubblica Federale Tedesca ed in particolare guardando al collegamento a onde metriche fra Berlino e Amburgo, realizzato dalla Siemens & Halske per conto del governo di Bonn, utilizzando due ripetitori intermedi.

Quanto fatto in Germania può essere evidentemente riproposto nel nostro paese, è quindi possibile ottenere un collegamento televisivo fra Milano e Roma, usando un certo numero di ripetitori. Sono individuate tre località dove piazzarli: Monte Beigua (in provincia di Savona), Monte Serra e Monte Peglia. Il tracciato del collegamento, si inserisce quasi perfettamente nell'ambito dei centri trasmittenti cui Rai è tenuta dall'atto di concessione.

Il Monte Beigua è destinato a rimanere un semplice ripetitore con la sola funzione di permettere il collegamento, il Monte Peglia, invece, data la posizione e la vasta zona di visibilità, poteva coprire alcuni dei centri più importanti dell'Umbria, interessare una popolazione di circa un milione di abitanti e diventare sede anche di un trasmettitore a diffusione circolare.

L'impianto del Monte Peglia può così inserirsi in anticipo nel complesso dei trasmettitori che costituiranno la futura rete televisiva italiana.

I suoi punti intermedi e terminali, con la sola eccezione di quello di Monte Beigua, sono in pari tempo sia ripetitori, per amplificare ed estendere il segnale, sia centri di diffusione circolare per il servizio nazionale di televisione. La Rai può quindi considerare tutte le spese relative ai fabbricati, alle strade di accesso, agli elettrodotti, all'alimentazione di emergenza ed al personale addetto alla manutenzione e alla sorveglianza parte di quelle previste per la trasmissione <<… [senza essere] per altro un investimento cospicuo da ammortizzarsi nel breve tempo interposto fra l'entrata in funzione dei trasmettitori e quella dei cavi coassiali (circa due anni)...>>. [24]

Il collegamento televisivo fra Milano e Roma attuato con questo sistema non comporta, infatti, all'infuori delle apparecchiature trasmittenti e riceventi, alcuna installazione in più rispetto a quelle richieste dalla rete nazionale di televisione.

Le apparecchiature, costituite da trasmettitori da 250 W, sia per il suono, sia per la visione, e da ricevitori professionali, sono in tutto simili a quelle usate per la diffusione televisiva [25].

Nota 23 - Annuario Rai 1953, Roma 1954, p 232-233

Nota 24 - Annuario Rai 1952, Roma 1953, p.242

Nota 25 - Hanno con modulazione negativa di ampiezza per il canale video e modulazione di frequenza per il canale audio. L'unica differenza rispetto a queste ultime, consiste nel fatto che fra la portante video e quella audio è stata mantenuta una differenza di frequenza pari a circa 8 MHz anziché a 5,5 MHz come nel caso della diffusione circolare, e ciò allo scopo di assicurare una banda più ampia al canale video.
Le frequenze portanti sono scelte nella gamma fra 225 e 250 MHz, assegnata ai servizi fissi.
Anche gli elementi di antenna, diversamente combinati, non differivano sensibilmente da quelli usati per le antenne ad elevato guadagno per servizio circolare.

La trovata è geniale perché fa sì che le apparecchiature trasmittenti e le antenne siano integralmente utilizzabili per la successiva estensione della rete di diffusione circolare non appena il loro impiego come ponti radio non sia più necessario grazie all'attivazione dei collegamenti in cavo coassiale.

A Milano, oltre al trasmettitore per servizio circolare già esistente, sono quindi installati un trasmettitore per il canale video ed uno per il canale audio (ognuno come detto a 250 W), entrambi muniti della propria antenna direttiva ad alto guadagno puntata verso il Monte Beigua.

La stessa installazione è prevista a Roma Monte Mario per il collegamento con Monte Peglia.

Complessivamente, sono installate otto coppie di trasmettitori da 250 W (uno per il canale video e uno per l'audio) con le relative antenne trasmittenti così distribuite: una a Milano, due a Monte Beigua, due a Monte Serra, due a Monte Peglia e una a Roma.

Le antenne usate, pur coprire distanze e tratte molto diverse sono tutte del tipo sviluppato dalla Siemens & Halske [26], l'intero collegamento con la messa in opera, è affidato alla Sirti.

Il collegamento video fra Torino e Milano, dove è già in funzione il collegamento sperimentale, invece, è garantito mediante un ponte radio a microonde bilaterale, funzionante intorno a 900 MHz con modulazione di frequenza. Il ripetitore intermedio è realizzato a Trivero. L'analogo collegamento audio è invece attuato grazie a un ponte radio con modulazione a impulsi, pluricanale per il servizio e con un canale musicale per la modulazione audio. Il collegamento viene inoltre prolungato in senso unilaterale da Milano verso Monte Penice, così da garantire ai tre principali centri trasmittenti della Valle Padana un servizio sicuro e di ottima qualità..

Nel febbraio del 1955 un lunghissimo articolo sul Radiocorriere firmato del Ministro delle poste e telecomunicazioni Gennaro Cassiani intitola "TV e FM in tutta Italia, con ben dodici anni di anticipo sul prestabilito l'Italia potrà contare nel 1956 sulla piena copertura delle trasmissioni televisive e radiofoniche a modulazione di frequenza nella penisola e nelle isole" [27]

Un nuovo piano tecnico stabilisce, nel frattempo, l'estensione del servizio televisivo all'Italia Centrale e Meridionale, alla Sicilia ed alla Sardegna.

Ripetitore dopo ripetitore, la televisione conquista lembi sempre più ampi del

Nota 26 - Ciascun elemento base è costituito da quattro dipoli a onda intera, orizzontali e sovrapposti fra loro alla distanza di circa mezzo metro l'uno dall'altro. Un telaio costituito da un certo numero di sbarre orizzontali, costituiva in pari tempo il riflettore ed il supporto. I dipoli avevano una sezione abbastanza grande da assicurare una notevole larghezza di banda (170 + 225 MHz) mantenendo per l'elemento base un guadagno di potenza pari a 17 nel centro del diagramma di irradiazione.
La combinazione di un sufficiente numero di di elementi base consentiva di raggiungere diagrammi di irradiazione estremamente schiacciati, e quindi guadagni di potenza che potevano arrivare a 500 volte con la combinazione di trenta elementi.

Nota 27 - Tv ed FM in tutta Italia, "Radiocorriere" n. 7, 1955 p.3

territorio nazionale <<…a sud di Roma le tappe ricominciano nella catena di stazioni che verranno allestite entro il 1956, e che formano l'ossatura del piano di estensione dei servizi televisivi…>> [28].

Il 24 dicembre 1955 la televisione arriva a Napoli, l'inaugurazione del collegamento ha un particolare significato sul piano simbolico <<…La televisione nel Mezzogiorno è un elemento di prima importanza per l'unificazione del Paese: attraverso il nuovissimo mezzo, il Sud potrà sgombrare il terreno di molti pregiudizi contribuendo a dare finalmente un panorama completo non deformato delle vita italiana…>> scrive Corrado Alvaro.

L'episodio segna, però, anche un importante passo in avanti oltre che in termini di diffusione << …Con l'entrata in funzione degli impianti napoletani la TV italiana immette intanto una nuova superficie di 3 milioni di abitanti nella rete dei suoi programmi…>> [29] anche in termini di impegno tecnologico.

Per raggiungere Napoli sono necessarie, due installazioni intermedie di collegamento, con problemi d'ordine tecnico particolarmente difficili da risolvere, non tanto per la distanza in sè (in linea d'aria poco più di duecento chilometri separano la capitale da Napoli), ma per la configurazione orografica del tracciato, con catene di monti in senso latitudinale, che le onde televisive devono scavalcare. Le installazioni costruite sono così tre: una a Rocca Priora, a soli 29 chilometri da Roma, una sul Monte Favone nei pressi di Cassino a settantacinque chilometri dalla precedente e l'ultima sul Monte Faito che sovrasta il Golfo di Napoli.

In un editoriale sul Radiocorriere senza firma, l'azienda rivendica i propri meriti <<…Per dare una idea di come si è giunti a questi risultati, basterà dire che l'atto di cessione del terreno sul quale, in cima al Monte Faito, s'è costruito il punto terminale del collegamento, è della metà di Gennaio di quest'anno [1955]. Undici mesi soltanto dallo zero assoluto alla completa installazione dei servizi televisivi per la zona di Napoli…>> [30]. Comunque il problema tecnico più arduo da risolvere è quello del collegamento con la Sardegna; collegamento che non era stato in alcun modo previsto dalla Convenzione. Infatti la distanza minima fra il Continente e la Sardegna (236 chilometri fra Monte Argentario e Monte Limbara) supera sia pur di poco quella condizione della visibilità ottica indispensabile al buon funzionamento del collegamento a microonde.

Si ricorre quindi ad un collegamento ad onde metriche M.F. che, sperimentato per oltre un anno, dimostrò di essere utilizzabile con successo per almeno il 99,8% del tempo complessivo. Questo significava che per il <<due per mille del tempo possono verificarsi evanescenze tali da impedire la ricezione.>>

Ad attenuare per altro gli effetti di tale inconveniente, è predisposto accanto al collegamento diretto ad onde metriche un secondo collegamento a microonde, il quale pur essendo soggetto ad evanescenze e fluttuazioni, ma, <<essendo estremamente improbabile che esse coincidano nel tempo con quelle del collegamento ad onde metriche>>[31], ne costituisce l'alternativa.

Alla fine del 1957, con l'inaugurazione del ripetitore di Pescara, la copertura della

Nota 28 - Tv ed FM in tutta Italia, cit, p.3

Nota 29 - *La Tv a Napoli*, "Radiocorriere", n.51, 1955, p.3

Nota 30 - *Una promessa per tutto il sud*, "Radiocorriere", n.51, 1955, p.4

Nota 31 - Annuario Rai 1957, Roma 1958.

penisola può dirsi conclusa: le trasmissioni televisive sono diffuse attraverso 23 trasmettitori e 122 ripetitori e come abbiamo detto raggiungevano il 90% circa della popolazione in ogni regione d'Italia. Sono tuttavia esclusi dalla ricezione delle trasmissioni circa 1.600 Comuni, per complessivi 5 milioni di abitanti.

In tre anni l'impegno dell'azienda e gli sforzi compiuti dai tecnici RAI sono stati oggettivamente impressionanti scrive l'annuario di quell'anno :<< Le antenne a traliccio metallico che si sono erette hanno una lunghezza complessiva di 3,5 km. Gli elettrodotti che alimentano i vari centri raggiungono la lunghezza di 145 km. con una potenza installata in cabina di oltre 3000 kW., mentre i gruppi elettrogeni di riserva installati per assicurare il funzionamento di emergenza hanno una potenza complessiva di 1500 kW. Si sono dovuti costruire 50 km di strada per raggiungere i vari centri…>>[32]. Le difficoltà logistiche che in quegli anni i tecnici, un po' alpinisti, un po' ingegneri, un po'esperti di venti e di meteorologia, hanno dovuto affrontare per installare anche un semplice ripetitore sono state molte e valgono loro il soprannome aziendale di marines: <<…Per installare un ripetitore è necessario anzitutto individuare i limiti geografici della zona che risulta non servita dagli impianti trasmittenti circostanti, attraverso accurate misurazioni del campo di emissione di questi ultimi. Una volta delimitata la zona si passa alla fase di ricerca della località adatta per la installazione dell'impianto destinato a servirla>>. La scelta della località deve rispondere ad un primo ordine di requisiti: <<…la sua posizione deve consentire all'impianto trasmittente di servire adeguatamente la "zona d'ombra"; alla località prescelta deve pervenire un buon segnale da parte degli altri trasmettitori per i necessari collegamenti>>. In secondo luogo gli impianti ripetitori devono: <<essere ubicati il più possibile in località prossime a strade e ad elettrodotti per l'alimentazione>>[33]. In tre anni le giornate lavorative impiegate per le opere edilizie e gli impianti tecnici sono oltre 200.000.

Nota 32 - Annuario 1957, Roma 1958, p.243

Nota 33 - Annuario 1958, Roma 1959, p.244

Il collegamento a ponte radio da Milano a Palermo, partendo dalla torre metallica di 100 metri di altezza, in corso Sempione, si svolge da centro a centro attraverso tutta la penisola in venti tratte successive , toccando la Puglia e la Calabria, e raggiungendo Palermo dopo un percorso complessivo di 1630 chilometri.

Sono stati costruiti in meno di diciotto mesi ventiquattro nuovi edifici in muratura per complessivi 82.000 mq. oltre agli adattamenti di locali esistenti e alle cabine prefabbricate allestite per i ripetitori.

Il secondo programma

Il 21 maggio 1959, la RAI assume con il governo l'impegno di diffondere un secondo programma televisivo entro il 31 dicembre 1962 e di assicurarne gradatamente la ricezione possibilmente alla stessa area servita dal Programma Nazionale.

Tutta la copertura del paese per il primo programma nazionale era avvenuta in VHF (Very high frequency), la Conferenza Internazionale di Telecomunicazione tenuta a Ginevra nel 1959 aveva attributo alla tele diffusione italiana otto canali nelle bande I e III (la II era assegnata alla radio in modulazione di frequenza).

L'impressionante rete di trasmettitori e ripetitori che Rai ha dovuto utilizzare per raggiungere gli angoli più lontani del paese crea ora una serie di importanti problemi tecnici: <<…per coprire il territorio nazionale è stato necessario impiantare 29 trasmettitori e 408 ripetitori; tutte queste emittenti debbono trasmettere senza darsi fastidio…>>[34]. Gli otto canali in VHF sono stati appena sufficienti a garantire la copertura nazionale con il primo programma, infatti, se una zona è servita da un trasmettitore ma riceve i segnali di un altro, per evitare che tra i due vi sia una interferenza è necessario che essi lavorino su frequenze nettamente distinte.

Per emettere il secondo canale si sceglie quindi di ricorrere ad una nuova banda di frequenze la UHF che nella IV banda mette a disposizione dei tecnici quattordici canali, e nella V addirittura ventisei.

Non è un caso che, come molti ricorderanno, sia il terzo canale della Rai nel 1976, sia le tv commerciali abbiano poi trovato la propria collocazione nelle bande che già ospitavano il secondo programma o come si direbbe oggi RAI 2. L'impiego della IV banda comportava però maggiori difficoltà tecniche di quelle presentate dalla I e dalla III.

Essa ha infatti una propagazione che risente in misura maggiore degli ostacoli che si frappongono tra un trasmettitore e l'altro, ha bisogno di ricevitori che richiedono un segnale più intenso rispetto a quelli sufficienti nelle bande inferiori.

In pratica, un' emittente in banda IV attivata in un centro che ospita un trasmettitore funzionante in banda I o III, non potrebbe anche con potenza maggiore coprire la stessa area di quest'ultimo, nè alimentare tutti i ripetitori ad esso allacciati.

La potenza degli impianti trasmittenti della nuova rete è quindi molto superiore a quella degli impianti del primo programma. La media dell'aumento fu di circa dieci volte, raggiungendo in alcuni casi punte di 2000 kW di potenza irradiata[35]. Sono anche realizzati numerosi nuovi collegamenti a microonde per l'invio dei segnali video e audio.

Se, per ragioni tecniche e storiche la rete del Programma Nazionale era stata in un primo tempo limitata alle regioni centro settentrionali e solo successivamente estesa al Sud ed alle Isole, all'apice del cosiddetto boom economico, il progetto di installazione della rete del Secondo Programma è predisposto in modo che le trasmissioni raggiungano, fin dall'inizio, tutte le regioni italiane. Gli impianti previsti nella prima fase di costruzione costituiscono l'ossatura della futura rete trasmittente necessaria per l'estensione del servizio. Nel 1961 entra in funzione il collegamento a 2000 Mhz nel tratto Milano-Roma-Monte Caccia, sulla dorsale Milano-Palermo, per realizzarla è necessario spezzare la tratta Monte Favone- Monte Faito e Monte Sambuco- Monte Caccia inserendo nella catena i nuovi centri dei Monti Lattani e di Ascoli Satriano e con un anno di anticipo rispetto alla convenzione stipulata tra la Rai e lo stato sono attivati 14 impianti trasmittenti.

Il Secondo Programma può, perciò, iniziare ufficialmente le sue trasmissioni fin dal 4 novembre 1961, e cioè con oltre un anno di anticipo sul termine fissato. L'anno successivo sono gradualmente attivati 18 trasmettitori e 10 ripetitori. Alla fine del 1964 anche quest'ultimo piano di costruzione è

Nota 34 - *La seconda antenna*, "Radiocorriere" n.31, 1961 p.4

Nota 35 - Per ottenere tali valori, sono utilizzati oltre che trasmettitori di elevatapotenza, antenne trasmittenti ad altissimo guadagno che concentravano l'energia entro angoli verticali dell'ordine di tre gradi raggiungendo anche guadagni in potenza di 50 volte.

stato completato con l'installazione di altri 13 impianti oltre agli 80 già previsti.

Nel corso del 1965 l'estensione della rete è proseguita con l'attivazione di 13 ripetitori e di 1 trasmettitore: pertanto alla data del 31 dicembre 1965 sono in funzione 32 trasmettitori e 637 ripetitori che servivano oltre il 98 percento della popolazione italiana.

Gli anni della nascita e del consolidamento tecnologico della televisione in Italia coincidono, forse non a caso, con gli anni del cosiddetto miracolo economico. Gli anni in cui lentamente e non senza storture si passò dall'aspirazione "cibo-igiene-casa" a quella "casa-frigorifero-Tv-auto"[36] entrando nella società dei consumi. Di questo fenomeno la RAI, posta alla guida di una delle più impressionanti accelerazioni tecnologiche del paese, non è soltanto al contempo lo specchio e l'artefice culturale ma, verrebbe da pensare, uno dei grandi attori industriali.

Nota 36 - Cfr. Guido Crainz, *Storia del miracolo italiano,* Roma 2003, pp.99-100, 132-133, 143.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare coloro che hanno collaborato alla redazione di questo breve testo in particolare: Gianfranco Barbieri, Mario Cominetti e Giorgio Garazzino per le interviste rilasciatemi nell'estate 2003 e che solo una ridefinizione dell'arco temporale della ricerca non ha permesso di utilizzare.

Inoltre, Alberto Morello, Marzio Barbero, e Gemma Bonino per le attente letture e il materiale messomi a disposizione della Biblioteca del Centro Ricerche Rai di Torino; Carmine Asprea e Giorgio Molinari del "Centro Dino Villani" di Torino per le ricerche bibliografiche; Flavio Ribelli, per i suggerimenti le puntualizzazione sul testo, e per avermi messo a disposizione il "Fondo Banfi" del Museo della Radio di Torino, e ancora per i suggerimenti Michele Mezza, Ignazio Vacca, Luigi Rocchi e Maurizio Ardito.

Gli Standard DVB:
dalla TV generalista ai servizi multimediali interattivi

ing. Gianfranco **Barbieri**

partecipa alle attività del consorzio DVB fin dalla sua costituzione,
docente presso il Politecnico di Torino di "Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva".

Sommario
Una decina di anni fa nasceva il consorzio DVB. Inizialmente esso era costituito da un piccolo gruppo di partners europei (rappresentanti di radiodiffusori, industria consumer, gestori di reti e ammistrazioni), si era autonominato European Launching Group e si era posto l'obiettivo di elaborare uno standard europeo per la televisione digitale terrestre. In poco tempo divenne un Forum internazionale (alla firma del Memorandum of Understanding nel settembre 1993 avevano aderito già 83 membri provenienti da tutto il mondo) che, operando sulla base del consenso, andò ben oltre i suoi compiti iniziali pervenendo rapidamente a definire le specifiche dei sistemi oggi adottati a livello quasi mondiale per la diffusione della TV digitale su satellite, reti terrestri ed in cavo.
Oggi il DVB conta quasi 300 membri, ha elaborato una settantina di standard ed è impegnato nell'ardua sfida della convergenza delle tecnologie, promovendo nuovi standard multimediali per l'interattività, la IPTV e la mobilità.

1. Introduzione

Il decennio appena trascorso ha segnato una tappa fondamentale nell'evoluzione del sistema radiotelevisivo: l'avvento della televisione digitale. A questa rivoluzione epocale hanno contribuito vari fattori (tecnologici, commerciali, politici) ed i risultati conseguiti sono stati ottenuti a fronte di notevoli risorse messe a disposizione su vasta scala da attori provenienti dai comparti industriali più variegati. La chiave del successo è consistita nel gigantesco sforzo di collaborazione messo in atto nell'ambito dell'attività di alcuni gruppi di lavoro operanti su base internazionale: tra questi, un ruolo determinante è stato interpretato dal Consorzio DVB (*Digital Video Broadcasting*).

E' interessante risalire alla prima metà degli anni '90 quando, a livello europeo, un piccolo gruppo di costruttori, di radiodiffusori pubblici e di rappresentanti di alcune Amministrazioni si incontrarono nell'aeroporto di Francoforte e diedero vita allo *European Launching Group* (primo nucleo di quello che sarebbe diventato il Consorzio mondiale che conta oggi più di 300 membri tra cui i più importanti colossi dell'informatica e dell'industria delle telecomunicazioni). Il progetto elaborato dal gruppo fu così convincente da indurre la Commissione Europea ad abbandonare la politica industriale di sostegno agli Standard analogici per il miglioramento della qualità promossa fino ad allora.

In pochi anni il progetto bruciò le tappe e raccogliendo un consenso via via crescente tra gli operatori della società dell'informazione pervenne a sviluppare gli Standard per la TV digitale via cavo, satellitare e terrestre. Il successo conseguito pose il Consorzio DVB di fronte all'interesse mondiale e contribuì a spostare verso l'Europa il polo d'attrazione per lo sviluppo dei nuovi sistemi e servizi della multimedialità. La seconda fase di attività si focalizzò sulla TV interattiva e portò all'elaborazione della *Multimedia Home Platform*, il cui standard è oggi adottato, in pratica, su base mondiale.

Basandosi sulla capacità di interpretare pragmaticamente le esigenze industriali del variegato mondo degli operatori della comunicazione il Consorzio ha ora avviato la terza fase dei suoi lavori concentrandosi sulle complesse problematiche legate alla convergenza delle tecnologie (utilizzo del protocollo IP per veicolare i servizi di TV digitale, il Datacast, i servizi della mobilità). La sfida tecnologica è già di per sé grande ma le difficoltà derivanti dall'esigenza di conciliare interessi industriali eterogenei e talvolta divergenti sono grandissime e sull'abilità di risolvere le materie più controverse si giocherà il futuro del DVB.

2. La storia del consorzio DVB. I primi 10 anni di attività

All'inizio degli anni '90. notevoli investimenti erano in corso in Europa e Giappone nella direzione della EDTV (*Enhanced Definition TV*) con l'obbiettivo di perseguire un modello di sviluppo che privilegiava il miglioramento qualitativo dell'immagine. Il Giappone, inoltre, da circa un ventennio stava impegnando enormi risorse nello sviluppo della TV ad alta definizione; le varie sperimentazioni indicavano infatti essre questo lo strumento ideale per offrire all'utente una fruizione dei programmi totalmente innovativa grazie al migliore "effetto presenza" sulla scena, reso possibile dalla visione su grande schermo, dal formato panoramico dell'immagine e dall'audio stereofonico con "surround". Gli Stati Uniti, dal canto loro, avevano intravisto nel lancio dell'HDTV una favorevole occasione per rivitalizzare l'industria nazionale dell'elettronica di consumo mentre l'Europa, rimasta pressoché assente dal comparto dell'informatica, non intendeva lasciarsi sfuggire di mano anche quello della televisione (tanto più che si approssimava la scadenza dei brevetti sui sistemi di TV a colori PAL e SECAM). L'adozione di soluzioni *full digital* per la trasmissione all'utente, richiedendo elaborazioni dei segnali alquanto complessi all'interno dei terminali d'utente, non veniva ritenuta a quei tempi ancora tecnologicamente matura.

La svolta radicale si ebbe nel 1990 quando un consorzio formato da RAI, Telettra, RTVE (l'allora Ente Pubblico radiotelevisivo spagnolo) e Politecnico di Madrid nell'ambito del progetto europeo EUREKA 256 dimostrò la fattibilità di un sistema di trasmissione interamente digitale di TV ad alta definizione. Il sistema di codifica era basato sull'algoritmo DCT (*Discrete Cosine Transform*), che avrebbero dato vita tre anni più tardi al mitico standard MPEG-2. Esso permetteva di trasmettere i segnali HDTV sulla stessa banda satellitare richiesta dai sistemi analogici allora in ballottaggio (MUSE e HDMAC), ma offrendo una qualità video di gran lunga superiore, ed una sostanziale insensibilità ai disturbi introdotti dal canale di diffusione. A parità di qualità dell'immagine, permetteva di ridurre circa di un fattore 10 la potenza

trasmessa dal satellite, mandando di fatto in pensione sul nascere i grandi e costosi satelliti nazionali per la radiodiffusione.

L'occasione per celebrare l'evento attraverso un grande scoop mediatico fu offerta dai campionati mondiali di calcio che si tennero quell'anno in Italia (Italia'90). Inizialmente, l'evento della trasmissione HDTV ad "Italia'90" sembrò ignorato dalla comunità dei radiodiffusori e dell'industria elettronica di consumo europea (a protezione degli investimenti profusi sui sistemi MAC e HD-MAC), ed il sistema sviluppato del progetto EU-256 divenne al momento uno standard ITU ed ETSI per i collegamenti professionali di TV e HDTV digitale; tuttavia, in breve tempo la TV digitale per l'utente domestico divenne una realtà. Il passo successivo fu compiuto con la standardizzazione del sistema di codifica video ISO/MPEG-2. Questo sistema, orientato al mercato di massa, permetteva ulteriori riduzioni della banda trasmissiva (circa 5 Mbit/s per programma TV a definizione convenzionale e circa 19 Mbit/s per programma HDTV) e concentrava la complessità sul lato trasmittente per ridurre i costi dei ricevitori. Quando i chip per la ricezione MPEG-2 furono pronti, fu l'operatore americano DirecTV a lanciare un servizio commerciale di televisione digitale via satellite, abbandonando l'idea dell'alta definizione.

L'Europa reagì rapidamente e verso la fine del 1991 alcuni radiodiffusori, aziende industriali e organismi di normativa si riunirono per dare vita ad un gruppo di lavoro cui venne affidata il mandato di supervisionare lo sviluppo di un sistema di televisione digitale in Europa. Il gruppo, denominato inizialmente *European Launching Group*, si estese rapidamente ad altre categorie di soggetti includendo

Tab. 1 - Tappe più significative della storia del DVB.

1991	European Launching Group formed
September 1993	DVB founded with 80 members
November 1993	MPEG-2 (ISO/IEC 13818-2) approved by ISO
December 1993	DVB-S approved (EN 300 421)
1994	DVB registers DVB logo
March 1994	DVB-C approved (EN 300 429)
May 1994	DVB Common Scrambling Algorithm approved
September 1994	DVB approves Conditional Access Package
September 1994	DVB membership reaches 147
November 1994	ITU recommends DVB-S for digital satellite television.
March 1995	DVB-CI specification (Common Interface Specification for Conditional Access and other Digital Video Broadcasting Decoder Applications) (EN 50221)
March 1995	DVB forms Interactive Services Commercial Module to work on interactive services for the first time
December 1995	DVB-T approved (EN 300 744)
April 1996	First DVB-T trial transmissions on air in UK
April 1996	First demonstration of DVB-S interoperability
1996	Theo Peek (Philips) becomes DVB Chairman
1996	DVB-S (Specification for delivery of DVB services via digital satellite)
1996	DVB-C (Specification for framing structure, channel coding and modulation for digital cable systems)
1996	DVB's Memorandum of Understanding revised and restated to include Interactivity
April 1997	DVB membership grows to 207
April 1997	DVB agrees to incorporate HDTV elements in its specifications
April 1997	DVB approves SimulCrypt specification (TS 101 197-1)

continua ...

April 1997	DVB approves data broadcasting specification (EN 301 192)
June 1997	Joint demonstration of terrestrial HDTV from ATSC and DVB (Montreux ITVS '97)
July 1997	DVB approves implementation guidelines for HDTV services
1997	Canal+ launch first DVB-C digital cable services in US
December 1997	DVB demonstrates terrestrial HDTV in Australia
December 1997	DVB approves MHP functional requirements
May 1998	Internet of air demonstrations using DVB-S in Africa
June 1998	DVB-T trials in Singapore
18 June 1998	Australia adopts DVB-T
15 November 1998	UK launches worlds first digital terrestrial television service with DVB-T
1 April 1999	Swedish digital terrestrial television launched
13 April 1999	DVB opens cooperation with China for development of digital terrestrial television
19 April 1999	DVB demonstrate mobile digital terrestrial television at NAB
25 May 1999	Singapore adopt DVB for digital terrestrial broadcasting
19 July 1999	India adopts DVB-T
September 1999	DVB demonstrates mobile TV on No. 4 trams in Amsterdam
9 November 1999	DVB Steering Board announce agreement on principles of MHP
14 February 2000	Field trials in Brasil confirm superiority of COFDM
March 2000	DVB launches MHP logo
10 April 2000	Worlds First with demonstration of simultaneous reception of mobile SDTV and fixed HDTV using its Hierarchical Modulation technology in US at NAB
May 2000	Argentina reconsiders 1998 adoption of ATSC
May 2000	Spanish digital terrestrial television launched
May 2000	DVB approves MHP (ES 201 812)

continua ...

i maggiori operatori europei, sia pubblici che privati, attivi nel comparto dei media, sviluppatori di software e gestori di reti di telecomunicazioni. Venne stilato un *Memorandum of Understanding* (MoU) in cui erano codificate le regole con cui questa sfidante partita avrebbe dovuto essere giocata. Aderire al MoU significava, per i soggetti interessati, accettare di mettere in disparte le strategie competitive individuali per iniziare un percorso, basato sulla fiducia reciproca, verso il soddisfacimento di comuni interessi e piani di sviluppo. Il MoU fu sottoscritto nel Settembre 1993 da tutti i partecipanti al *Launching Group* che venne, nell'occasione, ribattezzato *Digital Video Broadcasting Project* (DVB) e da quel momento l'attività europea nel settore della TV digitale subì una netta accelerazione.

Il primo lavoro consistette nella preparazione di uno studio sulle prospettive di mercato della TV digitale e venne acquisito un nuovo ed importante concetto: l'apertura del sistema ad una molteplicità di mercati consumer, spaziando dalla HDTV alla ricezione portatile. Nello stesso tempo, una significativa svolta cominciava a manifestarsi nel campo della diffusione televisiva satellitare ove si stava prendendo consapevolezza che il non ancora consolidato sistema MAC avrebbe presto ceduto il passo alle nuove tecnologie interamente digitali. Il consorzio DVB si fece carico di realizzare un forum che riunisse in un unico gruppo di interesse le realtà europee operanti in tutti i comparti della diffusione televisiva e multimediale e diede vita allo sviluppo di un sistema completo di TV digitale basato su un approccio unificato.

Apparve subito chiaro che, rispetto alla diffusione terrestre, satellite e cavo sarebbero stati i primi media ad erogare servizi di TV digitale grazie ai meno gravosi problemi tecnologici ed al più agevole quadro regolamentatorio.

Sul finire del 1997 si raggiunsero gli obiettivi inizialmente programmati ed il consorzio DVB poté concentrarsi sulla promozione dei suoi standards che vennero adottati su scala pressoché mondiale rendendo la TV digitale una realtà. Il consolidamento degli standards base consentì di estendere il mandato del Progetto verso le applicazioni multimediali ed interattive incorporando le attività del *Multimedia Home Platform* (MHP) *Launching Group*. Come risultato si ebbe nel giugno 2000 la prima release della specifica MHP.Il vantaggio di quest'ultimo protocollo è quello di essere universale ed allo stesso tempo trasparente ai vari standard della TV digitale gestendo così in modo compatibile i media di tutto il mondo.

3. Il DVB nella galassia della convergenza multimediale

A partire da maggio 2001 si apre una nuova fase, denominata DVB 2.0, che porta il Progetto ad adottare una visione strategica in cui gli stardard per la TV digitale vengono fatti evolvere privilegiando le esigenze di interoperabilità tra l'ambiente broadcast e quello, dinamico ed aperto ai nuovi servizi, di Internet e delle reti mobili. In parallelo allo sviluppo della TV digitale stiamo infatti assistendo al dilagare a tutto campo di Internet e di tutte le innovazioni tecnologiche ad essa legate: di particolare rilevanza l'impatto della larga banda e della tecnologia IP. Di pari passo, si sta verificando una vera rivoluzione nel campo delle comunicazioni mobili il cui mercato sta infatti raggiungendo pressoché tutte le gamme di età e condizione sociale. Obbiettivo del DVB diviene pertanto quello di elaborare una serie di strumenti che consentano alle potenzialità dei tre mondi-Radiodiffusione, IP e Mobile-di convergere

8 September 2000	Multimedia Home Platform (MHP) for interactivity launched at IBC
1 December 2000	Information Technology and Broadcasting Bureau (ITBB) of the Hong Kong Special Administrative Region Government recommends DVB-T
December 2000	DVB begins to discuss work on hand held devices planting seed for DVB-H
December 2000	Demonstrations of DVB-T hierarchical modulation in Brasilia, Brazil
December 2000	DVB SB approves new vision embracing internet and mobile technology, paving the way for DVB 2.0
1 January 2001	Australia launches digital services with DVB-T
31 January 2001	Russian cities of Moscow, Nizhy Novgorod and St. Petersburg launch trial DVB-T services
6 February 2001	DVB launches MHP WWW site
14 February 2001	DVB-RCS, return channel specification for satellite adopted
March 2001	UK government launched digital terrestrial awareness programme based on DVB logo
June 2001	MHP conformance and licensing arrangements approved by DVB Steering Board
8 June 2001	DVB wins prestigious Multichannel News International Ground Breaker Award for Technology in America
July 2001	Taiwan chooses DVB-T, reversing decision in 1997 for ATSC
3 September 2001	DVB launched patent pool co-ordination process for MHP
10 October 2001	US CableLabs adopts MHP
7 November 2001	Australia adopt MHP
November 2001	Finland launches DVB-T with MHP
May 2002	QuieroTV fails in Spain
3 July 2002	MHP Test Suite Approved
13 September 2002	MHP Test Suites begin to ship
7 April 2003	DVB-GEM (Globally Executable MHP) announced as a specification
4 August 2003	Berlin completes switch over from analogue to digital terrestrial transmission

...fine.

ed interagire: il mercato ne dovrebbe così trarre benefici nuovi e maggiori di quanto se ne avrebbero qualora i tre comparti continuassero ad operare in isolamento. In un contesto in cui: la larga banda sta gradualmente diventando accessibile ad un crescente numero di utenze domestiche nei paesi industrializzati, gli algoritmi di compressione dei segnali audio e video consentono di erogare sulle reti IP una qualità paragonabile a quella di MPEG-2 ma con una occupazione di banda alquanto inferiore, le reti radiomobili acquisiscono la potenzialità di fornire tipologie di servizi che vanno al di là della sola voce e testo, possiamo facilmente immaginare un ambiente domestico in cui attraverso il televisore saremo in grado di fruire di una molteplicità di servizi da ogni parte del mondo A ciò si aggiunga la flessibilità di poter scegliere tra una vasta gamma di dispositivi riceventi per visualizzare tale molteplicità di servizi in casa o in mobilità. Il tutto interagendo con i le sorgenti dei programmi.

4. Il contributo del centro Ricerche RAI ai lavori del DVB

Il Centro Ricerche è stato presente nel consorzio fin dalla sua costituzione e figura tra i primi firmatari del Memorandum of Understanding. I suoi ingegneri sono stati tra i promotori dello standard di prima e seconda generazione per la TV digitale via satellite ed hanno presieduto il gruppo di specialisti che, in sei mesi, dal Giugno al Dicembre 1993, definì lo Standard mondiale DVB-S. Queste attività di frontiera sulla TV digitale hanno fruttato due importanti riconoscimenti per i ricercatori del Centro: la medaglia d'oro del Simposio di Montreux nel 1991 e, tre anni dopo, nel 1994, il "John Tucker Award"della Conferenza IBC di Amsterdam.

Anche sul fronte della TV digitale terrestre il Centro si è trovato impegnato in prima fila contribuendo attivamente all'ottimizzazione del sistema e conducendola campagne di testche hanno portato allo standard.tecnico ed alle scelte finali. E' dal trasmettitore di Torino Eremo che nel 1998 viene irradiato il primo segnale DTT in Italia.

Sfruttando le competenze acquisite nella elaborazione degli standard il Centro ha svolto nel corso degli anni una estensiva sperimentazione di laboratorio ed in area di servizio per affrontare la vastissima problematica che si presenta all'avvio dei servizi di TV digitale: problemi legati alla propagazione, alla pianificazione delle reti di diffusione, alla distribuzione negli impianti centralizzati. In tale contesto l'azione a supporto dell'industria si è rivelata, come in passato, di fondamentale importanza.

5. Struttura organizzativa

Il Progetto DVB è articolato in quattro Moduli coordinati dall'Assemblea generale e dal suo Steering Board (figura 1).

5.1 Assemblea Generale

L'Assemblea Generale costituisce l'organo supremo del Progetto in cui sono rappresentati tutti i Membri che sottoscrivono il MoU [1]; essa si riunisce una volta all'anno per ratificare le decisioni prese a livello dei gruppi operativi.

5.2 Steering Board

Lo *Steering Board* è l'organo operativo dell'Assemblea Generale cui spetta il compito di eleggerne i membri. Esso si riunisce circa ogni due mesi, decide la politica globale del Progetto, stabilisce le priorità e coordina l'attività dei gruppi di lavoro; è assistito da tre Gruppi ad Hoc su Procedure Interne, Budget e Materie Regolamentatorie. Approva le specifiche elaborate dai gruppi di lavoro e gestisce i rapporti con gli Organismi Internazionali di Normativa.

5.3 Moduli

Il Progetto è suddiviso in quattro Moduli, ciascuno dei quali focalizzato su un aspetto specifico della problematica affrontata dal consorzio. I Moduli Tecnico e Commerciale costituiscono i gruppi propulsori delle attività di elaborazione delle specifiche; il Modulo sui Diritti e Proprietà Intellettuale si occupa della gestione dei brevetti acquisiti dai membri del consorzio nella definizione delle specifiche mentre quello su Promozione e Comunicazione è incaricato della promozione su scala mondiale dei risultati ottenuti dal progetto.

5.4 Gruppi di Lavoro

L'effettiva attività di studio e sviluppo delle specifiche DVB viene svolta all'interno dei Gruppi ad Hoc i quali operano sulla base di ben definiti e circoscritti obiettivi e nei quali sono attivi gli esperti dei vari membri del consorzio.

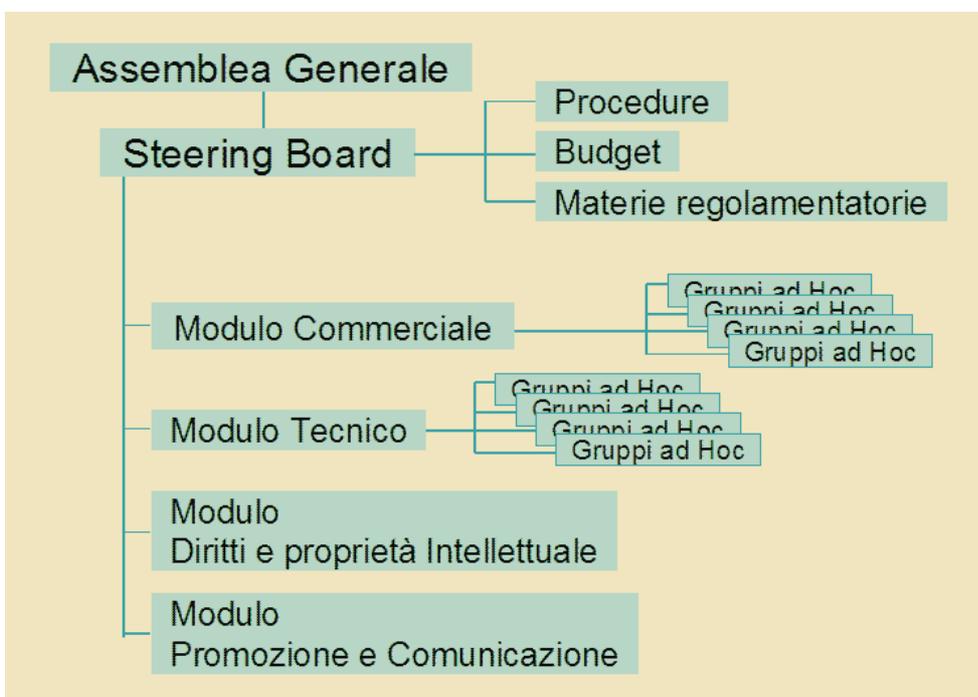



Fig. 1 - Struttura organizzativa del Progetto DVB

5.5 Osservatori

Sono presenti nel Progetto alcuni Organismi Internazionali i quali agiscono da consulenti senza diritto di voto all'Assemblea generale. Tra questi figurano UER, SMPTE, Cable Labs.

5.6 Gruppi di lavoro dei Moduli Commerciale e Tecnico

L'articolazione in Gruppi di Lavoro aventi lo scopo di affrontare problemi specifici e che, pertanto, hanno una vita limitata al relativo periodo di attività non presenta un quadro stabile della loro struttura. Nelle tabelle 2 e 3 è indicata l'attuale composizione dei due Moduli con il mandato di ciascun gruppo.

5.7 Working procedure

Il Progetto DVB è un consorzio di organismi pubblici e privati orientato al mercato e finalizzato a sviluppare un sistema di riferimento per l'avvio dei nuovi servizi in un contesto che tenga conto delle reali necessità dell'utenza e delle opportunità economiche dell'industria. Il Progetto sviluppa specifiche per i sistemi di TV digitale che vengono sottoposte ad approvazione da parte dei competenti Organismi Internazionali quali ETSI e CENELEC. Dal momento in cui una specifica viene standardizzata, inizia l'attività di promozione su scala internazionale.

Tab. 2 - Struttura del Modulo Commerciale - Presidente G. Mills - Gruppi ad Hoc attivi.

Nome del gruppo:	**Mandato**
Copy protection (CP)	Elaborazione dei requisiti commerciali del sistema DVB di Copy Protection e Copy Management (CPCM)
Head Ends (HE)	Valutazione delle richieste di mercato per completare la normativa atta a facilitare l'interoperabilità tra sistemi head-end
IP Databroadcasting (IPDC)	Valutazione dei requisiti commerciali per il sistema di trasmissione dati attraverso reti IP
Personal Digital Recording (PVR)	Determinazione dei requisiti commerciali per la norma che specifica il sistema di registrazione dei segnali DVB da parte dei PVR e dei requisiti commerciali per l'integrazione delle funzionalità dei PVR nella MHP
MHP Automotive (MHP Auto)	Valutazione dei requisiti commerciali inerenti sistemi di erogazione di servizi MHP a piattaforme per mezzi in movimento
MHP Home Networking (MHP HN)	Valutazione dei requisiti commerciali per applicazioni MHP su apparati inseriti in reti domestiche
MHP Portable Content Format (MHP PCF)	Definizione dei requisiti commerciali per la specifica di un formato per l'erogazione di servizi di TV interattiva ad una molteplicità di piattaforme (inclusa la MHP) con un minimo di re-authoring
Advanced Video and Audio Coding (AVC)	Definizione dei requisiti commerciali per lo sviluppo di formatii mirati alla distribuzione di contenuti A/V per servizi multimediali attraverso reti a larga banda.

La storia di ogni Standard DVB inizia nell'ambito del Modulo Commerciale. Sulla base di una accurata analisi delle, esigenze del mercato, il Modulo Commerciale stila un elenco di *User Requirements* in cui vengono tenuti in conto modalità di accesso ai servizi, tempistiche di penetrazione e costi. Dopo che il consenso sui requisiti è stato raggiunto all'interno del Modulo Commerciale, la proposta di sviluppo della specifica viene inviata al Modulo Tecnico.

Il compito di sviluppare la specifica è affidato al Modulo Tecnico ed ai suoi Gruppi ad Hoc i quali esaminano dapprima le implicazioni tecnologiche dei requisiti d'utente e valutano la fattibilità industriale delle idee proposte. Successivamente vengono individuate le soluzioni tecniche più idonee e, sulla base del consenso, viene scelta e sviluppata quella che maggiormente soddisfa i requisiti di partenza. I risultati sono quindi sottoposti nuovamente al vaglio del Modulo Commerciale, ricevuto il supporto del quale, la specifica è inviata allo Steering Board. Quando lo Steering Board ha dato l'approvazione definitiva, la specifica viene inviata ai competenti Organismi di Standardizzazione attraverso EBU/ETSI/CENELEC Joint Technical Committee dell' ITU.

Tab. 3 - Struttura del Modulo Tecnico - Presidente U. Reimers - Gruppi ad Hoc attivi.

Nome del gruppo	**Mandato**
A/V Content Formats	Definizione del formato per l'erogazione di servizi Audio e Video multimediali attraverso reti a larga banda.
Convergence of Broadcast and Mobile Services (CBMS)	Definizione delle specifiche del sistema di Datacast su reti IP
Copy Protection Technical (CPT)	Definizione delle specifiche di un sistema DVB di copy protection e copy management system.
Generic Data Broadcasting and Service Information Protocols (GBS)	Definizione delle specifiche del Transport Layer per i nuovi formati di codifica Audio e Video.
IP Infrastructures (IPI)	Studio di soluzioni tecniche per l'invio di servizi DVB su supporto IP.
DVB-H (H)	Studio del sistema per la trasmissione di servizi DVB ad apparati hand-held.
DVB Headend Systems (HEAD)	Definizione di interfacce and componenti per sistemi headend (inclusi head-end Simulcrypt)
MHP Experts Group (MEG)	Verifica delle test suites MHP
MHP Umbrella Group (MUG)	Amalgamazione delle specifiche MHP con quelle di sistemi non-DVB.
Return Channel Satellite (RCS)	Adattamento dell'attuale specifica RCS alla norma DVB-S2.
Extensions of the DVB-S System (S2)	Sviluppo del sistema DVB-S2
Technical Aspects of the Multimedia Home Platform (TAM)	Specifica dei parametri tecnici del sistema MHP. Attualmente concentrato sulle applicazioni alla MHP del PCF

La gestione dei brevetti costituisce un problema non trascurabile se si tien conto che tutto il lavoro svolto all'interno del DVB viene condotto in collaborazione tra i vari membri e le soluzioni proposte vengono adottate sella base del consenso. Il Modulo Proprietà Intellettuale e Diritti fornisce ai membri il supporto per la ricerca di adeguate soluzioni ai problemi che possono sorgere in seguito allo sviluppo industriale di ciascuna specifica.

6. La normativa internazionale promossa dal DVB

I risultati ottenuti dal Progetto in 12 anni di attività sono evidenziati negli oltre 80 documenti ETSI/CENELEC finora pubblicati nei quali sono contenuti standard e rapporti tecnici. L'insieme dei documenti costituisce un sistema articolato di norme che coprono tutti i segmenti del sistema televisivo digitale:

- codifica di sorgente Video e Audio
- multiplazione
- trasmissione
- interattività
- piattaforma multimediale (MHP)
- sottotitolazione
- interfacciamento con reti non broadcast
- trasporto di servizi DVB su protocollo IP
- accesso condizionato

Alcuni standard formano la base del sistema; altri hanno la funzione di assicurare un adeguato interfacciamento con altri segmenti del "villaggio globale". Si citano qui le norme più importanti:

EN 300 421 *Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services*

Specifica i parametri per il sistema di trasmissione digitale via satellite denominato DVB-S

EN 300 429 *Framing structure, channel coding and modulation for cable systems*

Specifica i parametri per il sistema di trasmissione digitale via reti in cavo denominato DVB-C

EN 300 744 *Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television*

Specifica i parametri per il sistema di trasmissione digitale via reti di diffusione terrestre denominato DVB-T

I tre standard suddetti differiscono tra loro nel sistema di modulazione (QPSK per il satellite, QAM per il cavo e COFDM per il terrestre) che è stato scelto, per ciascuna delle tre applicazioni, col criterio di ottimizzarne le prestazione in funzione della tipologia del canale di trasmissione. Per il rimanente dei parametri, si è cercato di realizzare la massima "commonality" onde favorire l'economia di scala nello sviluppo dei decodificatori.

E' attualmente in corso di pubblicazione la norma:

Draft EN 302 307 *Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2)*

che grazie all'adozione di alcune soluzioni tecniche innovative quali la codifica di canale LDPC (Low Density Parità Check Code) migliorando sostanzialmente l'efficienza del sistema di trasmissione.

EN 300 468 *Specification for Service Information (SI) in DVB systems*

Il documento specifica i dati SI da inserire nel multiplex DVB in modo da assistere l'utente nella selezione dei servizi di TV digitale.

EN 301 790 *Interaction channel for Satellite Distribution Systems*
EN 301 958 *Specification of interaction channel for digital terrestrial TV including multiple access OFDM*

Le due norme suddette specificano i parametri del canale di ritorno per la radiodiffusione, rispettivamente, via satellite e rete terrestre.

TS 101 812 *Multimedia Home Platform (MHP)*

La Multimedia Home Platform (MHP) è uno standard middleware creato per favorire l'interoperabilità dei servizi di TV interattiva. In pratica, la specifica consiste in una descrizione (attraversi le API) delle funzionalità del terminale che possono essere attivate da una data applicazione facente parte del servizio erogato. Inoltre, la configurazione hardware e l'infrastruttura di segnalazione di un terminale conforme alla specifica MHP abilitano quest'ultimo a ricevere servizi di TV digitale provenienti da reti di diversa tipologia (satellite, cavo, rete terrestre) e ad operare indipendentemente dal tipo di codifica DVB-S, DVB-C, DVB-T.

TS 102 819 *Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM)*

In alcune regioni tra cui Stati Uniti e Giappone, per motivi legati al mercato o per ragioni tecniche, non è proponibile l'impiego dei segnali di servizio DVB e ciò renderebbe impraticabile la piattaforma MHP. Nonostante tali divergenze è fortemente sentita l'esigenza di rendere fattibili applicazioni "globalmente" interoperabili di servizi MHP (GEM, Globally Execution of MHP) anche attraverso differenti infrastrutture di rete. Una tale interoperabilità può essere ottenuta nella misura in cui gli standard middleware sono basati sulle stesse API. La specifica in oggetto definisce le API, il linguaggio semantico ed i formati del materiale interattivo a cui debbono attenersi tutti gli standard di TV digitale che supportano le applicazioni GEM

TS 102 034 *Transport of MPEG-2 Based DVB Services over IP Based Networks*
TS 102 813 *Transport of DVB Services over IP-based Networks: IEEE1394 Home Network Segment*
TS 102 814 *Transport of DVB Services over IP-based Networks: Ethernet Home Network Segment*

Le tre norme riguardano l'erogazione di servizi DVB (codificati con tecnologia MPEG 2 ed incapsulati nel MPEG TS) attraverso reti IP bidirezionali.

L'ultima, in ordine di tempo, importante realizzazione del Progetto è stata la finalizzazione della norma per il sistema di trasmissione verso apparati "handheld" (sistema DVB-H). La specifica consiste nell'adattamento della norma DVB-T ai requisiti di funzionamento di ricevitori caratterizzati da dimensioni, peso e consumi energetici ridottissimi.

La norma attualmente contrassegnata con l'identificativo:

Draft EN 302 304 *Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)*

è in via di approvazione in sede ETSI

Nella tabella 4 è riportato l'elenco completo dei documenti ETSI/CENELEC

7. La penetrazione degli standard DVB in Europa e nel mondo

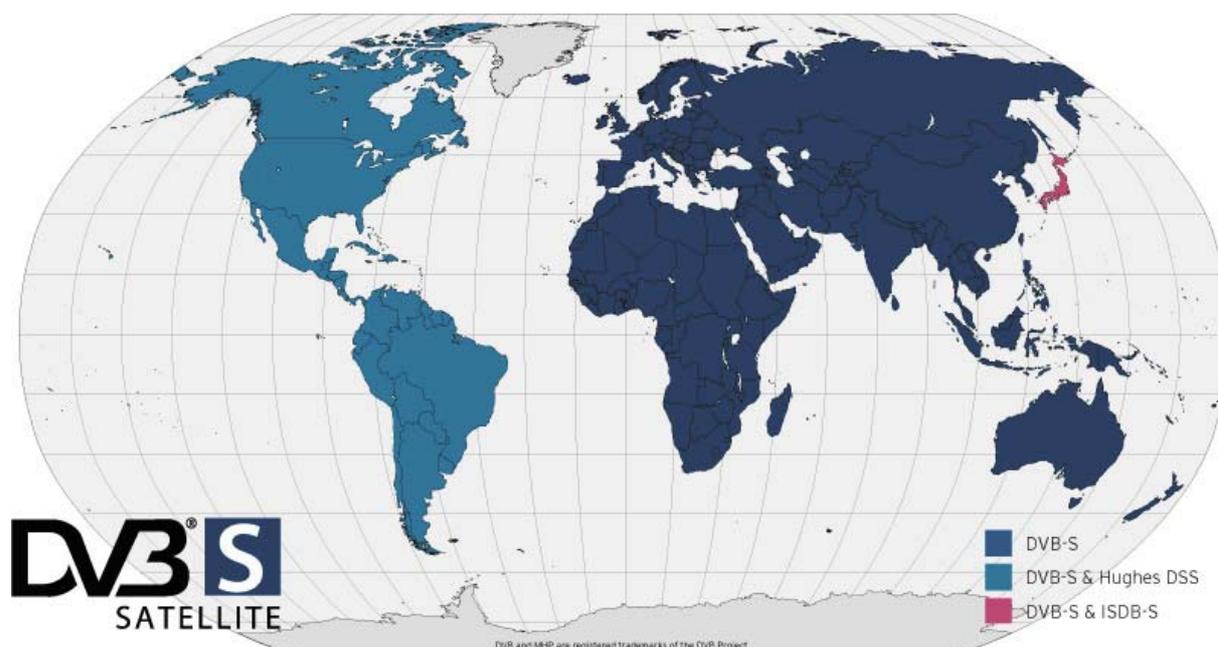
Nato come iniziativa europea, il Progetto DVB ha progressivamente raccolto consensi a livello mondiale. I maggiori esponenti dei comparti industriali hanno presto compreso che il metodo pragmatico con cui procedevano i lavori ed i positivi risultati via via conseguiti avrebbero offerto una interessante opportunità di sviluppo dei loro prodotti; il tutto favorito dall'economia di scala che una estensiva penetrazione di mercato avrebbe potuto assicurare. Dagli iniziali 80 firmatari del primo MoU il consorzio è oggi giunto a superare i 400 membri provenienti da più di 35 paesi situati nei vari continenti. L'elenco dei membri è consultabile sul sito [2].

La situazione attuale circa la penetrazione degli standard DVB nel mondo è illustrata nelle mappe di figure 2, 3, 4, 5 (le mappe sono state riprodotte con il permesso del *DVB Project Office).*

L'evoluzione e lo sviluppo della TV digitale nei singoli paesi che hanno adottato le specifiche DVB è consultabile sul sito [3].

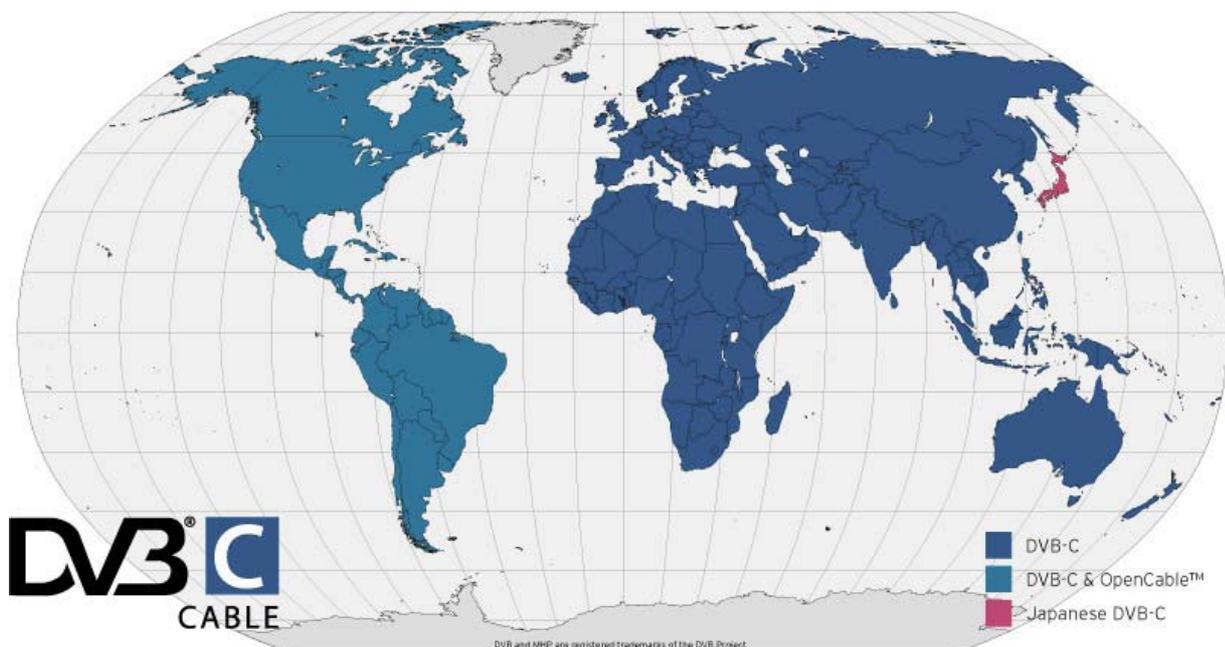
8. Le principali attività attualmente in svolgimento

Le risorse del progetto sono attualmente concentrate sugli aspetti di sistema legati, in particolare, ai nuovi servizi interattivi e multimediali. Le specifiche sul Service Information e sul Data Broadcasting sono state revisionate incorporandovi tutti gli

Fig. 2 - Diffusione dello standard DVB-S a livello mondiale

elementi necessari a supportare il lancio dei nuovi servizi in DVB-H; si attende a breve l'approvazione a livello ETSI. Allo stato attuale il "corpus" delle specifiche inerenti il sistema DVB-H è completo. E' altresì in progresso l'editing delle *Implementation Guidelines*.

Il gruppo di lavoro sulla convergenza tra servizi broadcast e servizi mobili sta lavorando attivamente nella finalizzazione dei Technical Requirements per il sistema di IP Datacast. Si tratta di un campo di attività alquanto complesso che coinvolge interfacciamenti sia in ambito del mondo IP che in ambito di quello delle comunicazioni mobili. Su alcuni punti è necessaria una riflessione; tra questi assume particolare importanza l'utilizzo del formato Ipv6 e l'armonizzazione dei formati di codifica dei contenuti tra gli ambienti DVB e 3G.

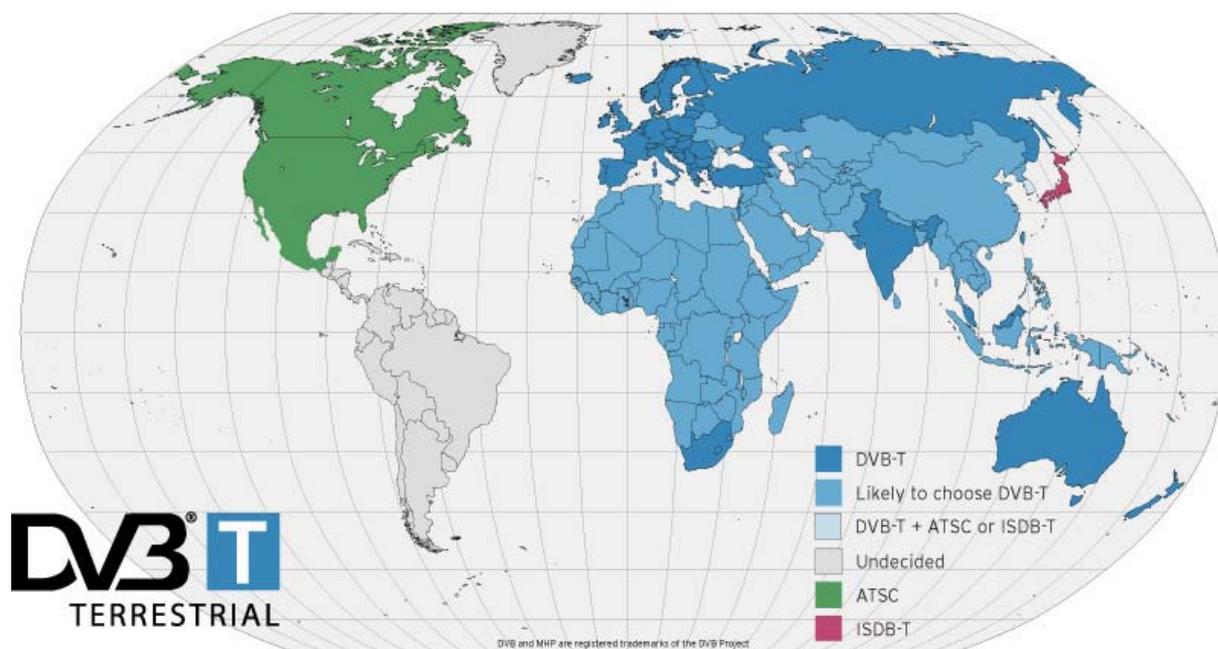
Nel quadro dei nuovi servizi è interessante effettuare qualche considerazione sul DVB-S2, il sistema satellitare di seconda generazione che trae beneficio dai più recenti sviluppi nella codifica di canale LDPC (*Low Density Parity Check Code*) combinati con una varietà di formati di modulazione (QPSK, 16APSK e 32APSK). Quando viene impiegato per applicazioni interattive punto-punto come IP, esso può implementare l'ACM (*Adaptive Coding Modulation*) consentendo così ai parametri di trasmissione di essere ottimizzati per ciascun utente, a seconda delle condizioni del canale. Sono anche disponibili modi compatibili, al fine di consentire l'operatività, durante il periodo di transizione, dei servizi DVB-S e dei STB esistenti. Il sistema consente il canale di ritorno i cui parametri tecnici sono stati definiti in collaborazione con il gruppo adhoc DVB-RCS.

Fig. 3 - Diffusione dello standard DVB-C a livello mondiale

Il Gruppo di lavoro sugli aspetti tecnici della MHP sta lavorando all'estensione della piattaforma per la gestione dei PDR; a tal proposito è stata lanciata una *Call for contributions*. Facendo seguito all'emissione, da parte del Commercial Module, di una serie di requisiti per il PCF (formato il cui scopo è quello di permettere l'erogazione di una varietà di servizi digitali interattivi ad una molteplicità di piattaforme con un minimo di re-authoring), il Technical Module sta elaborando la relativa specifica tecnica. I risultati sono attesi per il primo quarto del 2005.

Il gruppo di lavoro sugli IP ha definito una serie di requisiti per l'informazione CoDDS (*content on demand discovery & selection*) ed ha effettuato una valutazione sull'idoneità dei metadati TV-Anytime a soddisfarli. Essendo l'indagine risultata positiva, il gruppo finalizzerà la relativa specifica entro Giugno 2004.

E' stata valutata l'opportunità di procedere alla fase 2 di attività individuando un elenco di argomenti, tra cui il trasporto di materiale AVC, l'*home networking* e la *security*.

Si segnalano infine due problematiche il cui impatto sullo sviluppo dei servizi è particolarmente influente e la cui criticità rende relativamente difficoltosa la ricerca di accordi sulle soluzioni da individuare. La prima verte sui nuovi formati proposti per la codifica di sorgente (VC-1 e AVC) che offrono un netto miglioramento nell'efficienza di codifica rispetto al consolidato standard MPEG 2 il cui abbandono causerebbe, per contro, una destabilizzazione nel processo di introduzione della TV digitale. La seconda problematica tocca

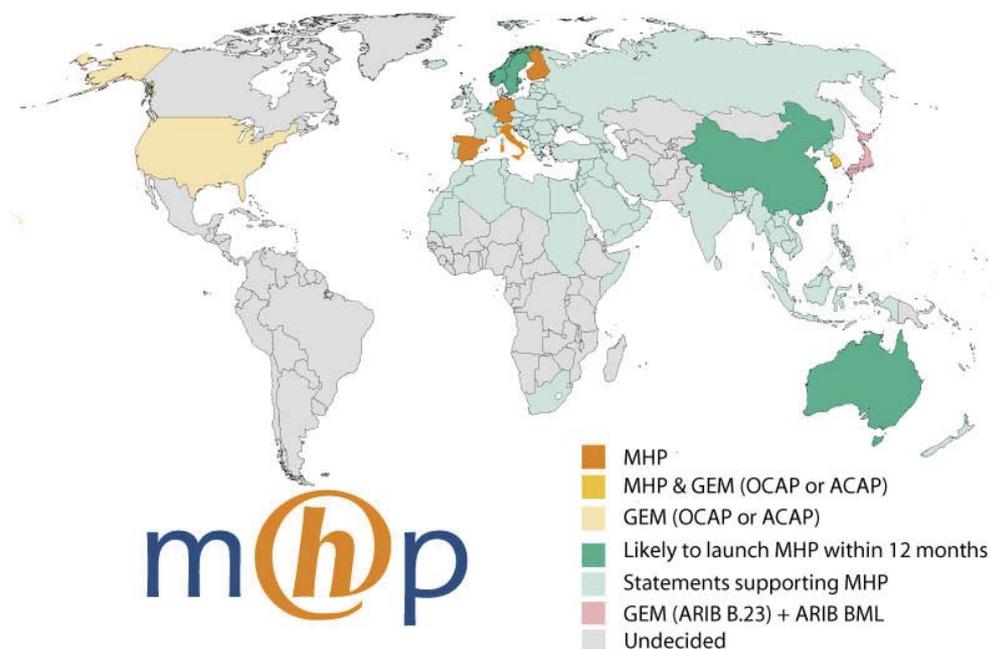
Fig. 4 - Diffusione dello standard DVB-T a livello mondiale

il difficile campo della *Content Protection*; l'attività è svolta prevalentemente nell' ambito del Modulo Commerciale mentre sul fronte tecnico non si stanno registrando per ora significativi progressi.

9. DVB 3.0. La strada verso il futuro

Recentemente lo *Steering Board* ha approvato un documento che traccia le linee di attività del Consorzio per i prossimi anni. Con riferimento ad uno scenario che verosimilmente caratterizzerà il mondo consumer nei prossimi decenni, l'attenzione viene posta sugli sviluppi dei terminali; apparati basati su tecnologia DVB saranno presenti in vari ambienti: abitazioni private, uffici pubblici, autovetture, treni.

I ricevitori (sia set-top-box che ricevitori integrati) offriranno soluzioni commerciali con una varietà di opzioni: hard-disc, registratori DVD, modem... La tendenza della maggior parte dei costruttori è quella di dotare i set-top-box di CPU operanti a velocità via via crescenti e di memorie di massa sempre più capienti; con ciò si ridurrà progressivamente il *gap* tra ricevitori e PC favorendo la convergenza funzionale tra le due categorie di apparati. Le esigenze della mobilità saranno soddisfatte dalla diffusione dei terminali *handset* più potenti capaci di offrire funzionalità voce, dati e DVB-H. Nello stesso tempo, aumenterà l'offerta di schede opzionali da inserire nei PC per consentire di sviluppare le funzioni della TV digitale.

Gli schermi piatti stanno rapidamente migliorando in qualità e diminuendo in costo.

Fig. 5 - Diffusione dello standard MHP a livello mondiale

Questo evento potrebbe rappresentare una importante opportunità per arricchire i set-top-box di più funzionalità. Si sta, fra l'altro, assistendo ad un risveglio di interesse nei confronti della HDTV. Anche a livello di Comunità Europea, ove, al riguardo, nel corso dell'ultimo decennio aveva prevalso un netto scetticismo, si parla ormai di "ritorno al futuro" e si auspica una diversificazione delle tipologie dei servizi al fine di massimizzare il mercato; BskyB e TPS anno annunciato l'intenzione di lanciare servizi PayTv in TVHD entro un anno; sul fronte dei servizi *free* alcuni radiodiffusori francesi stanno, da parte loro, discutendo l'eventualità di varare trasmissioni regolari di HDTV terrestre.

Bibliografia

1. Memorandum of Understanding
www.dvb.org/documents/mou2001.pdf
2. List of DVB Members,
www.dvb.org/index.php?id=27
3. DVB Worldwide
www.dvb.org/index.php?id=228

Nel corrente mese di dicembre è inoltre stato pubblicato:

- U. Reimers, Ulrich: "DVB. The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting", Ed. Springer, Series: Signals and Communication Technology, 2nd ed., 2004, XVII, 408 p. 261 illus., ISBN: 3-540-43545-X

Tab. 4 - Elenco dei documenti ETSI/CENELEC - Applicazione: trasmissione

Specifica	Doc. ETSI	Ed.	Titolo
DVB-S	ETS 300 421	1	Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services
	EN 300 421	1.1.2	Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services
	TR 101 198	1.1.1	Implementation of Binary Phase Shift Keying (BPSK) modulation in DVB satellite transmission systems
DVB-S2	Draft EN 302 307	1.1.1	Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications (DVB-S2)
DVB-C	ETS 300 429	1	Framing structure, channel coding and modulation for cable systems
	EN 300 429	1.2.1	Framing structure, channel coding and modulation for cable systems
DVB-SMATV	ETS 300 473	1	DVB Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribution systems
	EN 300 473	1.1.2	DVB Satellite Master Antenna Television (SMATV) distribution systems
	TS 101 964	1.1.1	Control Channel for SMATV/MATV distribution systems; Baseline Specification
	Draft TR 102 252	1,1,1	Guidelines for Implementation and Use of the Control Channel for SMATV/MATV distribution systems
DVB-T	ETS 300 744	1	Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television

continua ...

	EN 300 744	1.4.1	Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television
	TR 101 190	1.1.1	Implementation guidelines for DVB terrestrial services; Transmission aspects
DVB-SFN	TS 101 191	1.3.1	Mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization
DVB-H	Draft EN 302 304	1.1.1	Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)
DVB-MS	EN 300 748	1.1.2	Multipoint Video Distribution Systems (MVDS) at 10 GHz and above
DVB-MC	EN 300 749	1.1.2	Framing structure, channel coding and modulation for MMDS systems below 10 GHz
DVB-MT	EN 301 701	1.1.1	OFDM modulation for microwave digital terrestrial television
DVB-DSNG	EN 301 210	1.1.1	Framing structure, channel coding and modulation for Digital Satellite News Gathering (DSNG) and other contribution applications by satellite
	TR 101 221	1.1.1	User guideline for Digital Satellite News Gathering (DSNG) and other contribution applications by satellite
	EN 301 222	1.1.1	Co-ordination channels associated with Digital Satellite News Gathering (DSNG)
DVB-SI	EN 300 468	1,5,1	Specification for Service Information (SI) in DVB systems
	ETR 211	2	Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI)
	TR 101 211	1.5.1	Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI)
	Draft TR 101 162	1.2.1	Allocation of Service Information (SI) codes for DVB systems
DVB-TXT	EN 300 472	1.3.1	Specification for conveying ITU-R System B Teletext in DVB bitstreams
DVB-VBI	EN 301 775	1.2.1	Standard for conveying VBI data in DVB bitstreams
DVB-Data	TS 101 192	1.2.1	Specification for data broadcasting
	Draft EN 301 192	1.4.1	Specification for data broadcasting
	TR 101 202	1.2.1	Specification for data broadcasting; Guidelines for the use of EN 301 192
DVB-SSU	TS 102 006	1.2.1	Specification for System Software Update in DVB Systems
DVB-TVA	Draft TS 10W XYZ	1.1.1	Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams
DVB-MPEG	ETR 154	3	Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications
	TR 101 154	1.4.1	Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications
	TR 102 154	1.1.1	Implementation Guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in Contribution Applications
DVB-SUB	ETS 300 743	1	Subtitling systems

continua ...

	EN 300 743		Subtitling systems
DVB-NIP	ETS 300 802	1	Network-independent protocols for DVB interactive services
	TR 101 194	1.1.1	Guidelines for implementation and usage of the specification of network independent protocols for DVB interactive services
DVB-RCC	ETS 300 800	1	Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)
	ES 200 800	1.3.1	Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV)
	TR 101 196	1.1.1	Interaction channel for Cable TV distribution systems (CATV); Guidelines for the use of ETS 300 800
DVB-RCP	ETS 300 801	1	Interaction channel through Public Switched Telecommunications Network (PSTN)/ Integrated Services Digital Networks (ISDN)
DVB-RCD	EN 301 193	1.1.1	Interaction channel through the Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)
DVB-RCL	EN 301 199	1.2.1	Interaction channel for Local Multipoint Distribution System (LMDS) distribution systems
	TR 101 205	1.1.2	Guidelines for the implementation and usage of the DVB interaction channel for Local Multipoint Distribution System (LMDS) distribution systems
DVB-RCG	EN 301 195	1.1.1	Interaction channel through the Global System for Mobile Communications (GSM)
DVB-RCCS	TR 101 201	1.1.1	Interaction channel for Satellite Master Antenna TV (SMATV) distribution systems; Guidelines for versions based on satellite and coaxial sections
DVB-RCS	EN 301 790	1.3.1	Interaction channel for Satellite Distribution Systems
	TR 101 790	1.2.1	Guidelines for the Implementation and Usage of the DVB Interaction Channel for Satellite Distribution Systems
DVB-RCT	EN 301 958	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Specification of interaction channel for digital terrestrial TV including multiple access OFDM
DVB-RCGPRS	Draft ES 202 218	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Interactive channel through the General Packet Radio System (GPRS)
DVB-MHP	TS 101 812	1.3.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP)
	Draft ES 201 812	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP)
	TS 102 812	1.2.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) in HTML extensions
	Draft ES 202 812	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) in HTML extensions
	TS 102 819	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM)
	Draft TS 102 819	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM)
DVB-PDH	ETS 300 813	1	DVB Interfaces to Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) networks

continua ...

DVB-SDH	ETS 300 814	1	Interfaces to Synchronous Digital Hierarchy (SDH) networks
DVB-ATM	TR 100 815	1.1.1	Guidelines for the handling of ATM signals in DVB systems
DVB-HAN	TS 101 224	1.1.1	Home Access Network (HAN) with an active Network Termination (NT)
DVB-HLN	TS 101 225	1.1.1	In-Home Digital Network (IHDN) Home Local Network (HLN)
DVB-CI	EN 50221 (CENELEC)	1	Common Interface Specification for Conditional Access and other Digital Video Broadcasting Decoder Applications
	R 206 001 (CENELEC)	1	Guidelines for implementation & use of the Common Interface for DVB Decoder Applications
	TS 101 699	1.1.1	Extensions to the Common Interface Specification
DVB-PI	EN 50083-9 (CENELEC)	3	Interfaces for CATV/SMATV Headends and similar Professional Equipment
	TR 101 891	1.1.1	Digital Video Broadcasting (DVB); Professional Interfaces: Guidelines for the implementation and usage of the DVB Asynchronous Serial Interface (ASI)
DVB-IRDI	EN 50201 (CENELEC)	1	Interface for DVB-IRDs
	TS 102 201	1.1.1	Interfaces for DVB-IRDs
	Draft TS 102 201	1.2.1	Interfaces for DVB-IRDs
DVB-IPI	TR 102 033	1.1.1	Architectural Framework for the Delivery of DVB-Services over IP-based Networks
	Draft TS 102 034	1.1.1	Transport of MPEG-2 Based DVB Services over IP Based Networks
	TS 102 813	1.1.1	Transport of DVB Services over IP-based Networks: IEEE1394 Home Network Segment
	TS 102 814	1.2.1	Transport of DVB Services over IP-based Networks: Ethernet Home Network Segment
DVB-CSA	ETR 289	1	Support for use of scrambling and Conditional Access (CA) within digital broadcasting systems
DVB-SIM	TS 103 197	1.3.1	Head-end Implementation of SimulCrypt
	Draft TS 103 197	1.4.1	Head-end Implementation of SimulCrypt
	TR 102 035	1.1.1	Implementation Guidelines of the DVB Simulcrypt Standard
DVB-M	ETR 290	1	Measurement guidelines for DVB systems
	TR 101 290	1.2.1	Measurement guidelines for DVB systems
	TR 101 291	1.1.1	Usage of DVB test and measurement signaling channel (PID 0x001D) embedded in an MPEG-2 Transport Stream (TS)
	TS 102 032	1.1.1	SNMP MIB for test and measurement applications in DVB systems

fine.

Alcuni articoli pubblicati su Elettronica e Telecomunicazioni correlati con gli argomenti citati nell'articolo

gli articoli contrassegnati con + sono disponibili su Elettronica e Telecomunicazioni on-line, nel sito web del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica - ww.crit.rai.it

Sugli standard DVB

- M. Cominetti, A.Morello: “Il sistema europeo (DVB-S) per la diffusione televisiva da satellite”; n°3, 1994
- M. Cominetti, A. Morello, R. Serafini: "Prospettive per l’introduzione della televisione digitale terrestre in Italia", N° 3, dicembre 1999.
- V.Mignone, A.Morello: ”Il nuovo standard DVB per il DSNG ed altri collegamenti di contributo via satellite”; n°1; 2000
- M.Cominetti, A.Polo, V.Sardella: “Una nuova soluzione per la distribuzione di segnali DVB negli impianti centralizzati d’antenna”; n°2; 2000
- M.Cane; D.Gibellino: “Multimedia Home Platform: uno standard comune per servizi e terminali domestici”; n°3; 2000
+ M.Cominetti: "La televisione digitale terrestre: un’opportunità per il nostro paese"; n°1, 2002
+ V.Mignone, A.Morello, M.Visintin: “Lo standard DVB-T per la televisione digitale terrestre”; n°1, 2002
+ P.B.Forni, S.Ripamonti, V.Sardella: “Sperimentazione pre-operativa DVB-T in area di servizio”; n°1, 2002
+ A.Bertella;B.Sacco;M.Tabone: "Valutazione in laboratorio delle prestazioni del sistema DVB-T"; n°1, 2002
+ V. Mignone, A. Morello: "Il sistema DVB-S2 di seconda generazione per la trasmissione via satellite e Unicast"; n°3, 2003

Su HDTV e Italia '90

- M. Barbero, S. Cucchi: "Codifica del segnale televisivo numerico: Architettura di un co-decodificatore HDTV utilizzante la DCT"; n°1, 1990
- G. F. Barbieri: "Italia '90: Prima mondiale di collegamento numerico in HDTV via satellite"; n° 3, 1990
- M. Ardito, G. F. Barbieri, M. Cominetti: "Italia '90: Un passo significativo verso la Televisione ad Alta Definizione"; n° 3, 1990
- M. Cominetti, A. Morello: "Italia '90: Trasmissione numerica punto-multipunto via satellite di segnali HDTV"; n° 3, 1990
- M. Barbero, S. Cucchi, R. Del Pero, G. Dimino, M. Occhiena, M. Muratori, M. Stroppiana: "Italia '90: Codifica del segnale televisivo numerico"; n° 3, 1990
- F. Bonacossa, G. Moro, B. Sacco, T. Tabone: "Italia '90: Stazioni trasmittenti di segnali numerici via satellite Olympus"; n° 3, 1990
- M. Ariaudo, G. Cerruti, G. Garazzino: "Italia '90: Postazioni riceventi per trasmissioni punto-multipunto di HDTV numerica via satellite"; n° 3, 1990
- D. Tognetti, S. Del Cont Bernard: "Italia '90: Sistema di proiezione HDTV"; n° 3, 1990
- G:B: Greborio, V. Sardella: "Italia '90: Collegamenti in fibra ottica per HDTV"; n° 3, 1990

Su MPEG-2 e AVC

+ M. Barbero, N. Shpuza, "Uno standard pervasivo (MPEG-2 video) - Parte I"; n°1, 2003
+ M. Barbero, N. Shpuza, "Uno standard pervasivo (MPEG-2 video) - Parte II"; n°2, 2003
+ M. Barbero, N. Shpuza, "Advanced Video Coding: il prossimo futuro - Parte I; n° 1, 2003
+ M. Barbero, N. Shpuza, "Advanced Video Coding: il prossimo futuro - Parte II; n° 2, 2003

Televisione stereoscopica
l'effetto Pulfrich

ing. Mario **Muratori**
Rai
Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica
Torino

1. Introduzione

La percezione della profondità della scena notoriamente rende più coinvolgente la visione di spettacoli visivi quali il cinema e la televisione.

Le tecniche stereoscopiche risultano attualmente le uniche, in linea di massima, applicabili a cinema e televisione per ottenere questo risultato.

Senza l'aggiunta di accessori specifici, l'attuale sistema televisivo non permette la visione di una coppia stereoscopica, fatta eccezione per l'anaglifo. Questa tecnica, tuttavia, a causa delle caratteristiche del sistema televisivo[Nota 1] non offre una buona qualità e, inoltre, non risulta perfettamente compatibile col sistema televisivo standard, in quanto gli osservatori sprovvisti degli appositi occhiali con filtri colorati vedono immagini di qualità scadentissima.

Per ovviare a questi problemi, è possibile sfruttare un'illusione ottica nota come effetto Pulfrich, dal nome del fisico che lo scoprì e lo descrisse per primo nel 1922 [1]. La tecnica è pienamente compatibile con il sistema televisivo, in quanto l'illusione nasce dal movimento dei soggetti inquadrati in combinazione con l'adozione di occhiali specifici. Siccome trattasi di illusione e non di vera stereoscopia, l'effetto tridimensionale non è pienamente controllabile e si verifica solo in particolari condizioni analizzate in questo articolo.

Nota 1 - In particolare a causa della limitazione della banda dei segnali di croma.

Sommario
Le tecniche stereoscopiche non sono compatibili con l'attuale sistema televisivo e non possono quindi essere utilizzate nonostante che la percezione della profondità renda più gradevole lo spettacolo televisivo.
Per ovviare a questo inconveniente si può sfruttare un'illusione ottica nota come "effetto Pulfrich" che, nelle particolari condizioni descritte nell'articolo, può dare sensazioni simili a quelle ottenibili con le tecniche stereoscopiche.
Il non trascurabile pregio del metodo è di essere pienamente compatibile con il sistema televisivo attuale, ma richiede tecniche di ripresa particolari e l'uso di occhiali specifici.

2. L'effetto Pulfrich

2.1 Premessa

Vi sono diverse illusioni ottiche causate dalla presentazione dicotica[Nota 2] di stimoli luminosi, tra cui quelle causate dal diverso ritardo con cui gli stimoli luminosi arrivano al cervello. In particolare si citano l'effetto Mach-Dvorak[Nota 3] e l'effetto Pulfrich che è analizzato in questo lavoro.

Nei primi anni del '900, Carl Pulfrich[Nota 4] era considerato un'autorità nel campo della stereoscopia e nella progettazione di strumenti stereoscopici. Curioso il fatto che perse la vista da un occhio, probabilmente a causa di un incidente subito in giovane età, sicché non percepì mai l'illusione ottica che prende il suo nome ([14]).

L'effetto Pulfrich venne descritto dettagliatamente da Pulfrich stesso in un articolo del 1922 ([1]), ma già in precedenza alcuni ricercatori notarono l'illusione ottica lavorando con stereocomparatori, percependola però come disturbo e ritenendola originata da un difetto dello strumento.

La Zeiss, costruttore degli strumenti incriminati, incaricò Franke e F. Fertsch di studiare il problema. Quest'ultimo si rese conto che il fenomeno era causato dalla differenza di intensità luminosa incidente sui due occhi e lo spiegò in termini di differenza di latenza percettiva. Il figlio di Pulfrich, Hans, analizzò teoricamente le curve descriventi le traettorie percepite. Pulfrich si accreditò l'idea che il fenomeno potesse essere utilizzato nella fotometria eterocromatica[Nota 5].

2.2 Principio

L'effetto Pulfrich è un'illusione ottica per la quale un oggetto che si muove in un piano parallelo alla fronte dell'osservatore sembra muoversi al di fuori di tale piano, avvicinandosi o allontanandosi a seconda delle condizioni. L'illusione è stereoscopica in quanto non si verifica con vista monoculare.

Nota 2 - Stimolazione dicotica: presentazione contemporanea a due recettori dello stesso individuo (per esempio: i due occhi, le due orecchie) di due stimoli differenti. Stimolazione binotica: presentazione contemporanea a due recettori dello stesso individuo di due stimoli uguali. Stimolazione monotica: presentazione di un solo stimolo a un singolo recettore.

Nota 3 - L'effetto Mach-Dvorak genera l'illusione di profondità a causa del moto apparente di stimoli luminosi lampeggianti che giungono agli occhi sfalsati nel tempo. Mentre l'effetto Pulfrich si può spiegare con la differenza di latenza retinica in dipendenza dall'intensità luminosa dello stimolo, l'effetto Mach-Dvorak è causato dallo sfalsamento temporale con il quale sono emessi gli stimoli luminosi, e non dipende quindi dal sistema percettivo dell'osservatore.

Nota 4 - Carl Pulfrich nacque il 24 settembre 1858 a Dusseldorf, Germania. Studiò fisica, matematica e mineralogia all'università di Bonn. Ottenne il dottorato nel 1881. Dopo un breve periodo durante il quale svolse il servizio militare, insegnò e svolse attività di ricerca, entrò a far parte della Zeiss di Jena, Germania, nel 1890, dove rimase fino alla sua morte avvenuta nel 1927 per annegamento nel Mar Baltico, a causa del ribaltamento della sua canoa. Dalle sue pubblicazioni si deduce che ci furono tre fasi principali nella sua carriera: dal 1885 al 1899 si occupò di rifrattometria, dal 1899 al 1920 di stereoscopia e, infine, dal 1920 al 1927 il suo interesse fu rivolto alla fotometria. ([14]).

Nota 5 - Parte dell'ottica che si occupa della definizione e misurazione di quelle grandezze (quantità di luce, illuminamento, luminanza ecc.), che servono ad individuare le caratteristiche energetiche e gli effetti sull'occhio di un fascio di radiazioni luminose (sapere.it).

Per percepire il fenomeno, un occhio deve essere oscurato al fine di determinarne l'aumento della latenza visiva e, di conseguenza, il ritardo con cui l'immagine percepita dall'occhio raggiunge il cervello.

Per spiegare il fenomeno si faccia riferimento alla figura 1. Si assumano le seguenti posizioni:

- l'occhio oscurato è quello destro, O_d;
- gli spostamenti del riferimento mobile P sono relativamente piccoli e avvengono nei dintorni del punto di fissazione P_f, nell'ambito dell'Area di Panum;
- il movimento del riferimento mobile P avviene sul piano π, parallelo al piano o contenente i centri ottici oculari, e perpendicolare alla retta congiungente il punto di fissazione P_f con il punto medio del segmento congiungente i centri ottici oculari O_s e O_d;
- la velocità ν del riferimento mobile P è costante[Nota 6];

Si supponga che all'istante t_1 il punto di riferimento mobile P si trovi in corrispondenza del punto A.

La sua immagine proiettata sulla retina sinistra raggiunge il cervello dopo il tempo di latenza t_s, quindi nell'istante $t_2 = t_1 + t_s$. Nel frattempo il riferimento mobile avrà raggiunto il punto B, avendo percorso una distanza $\Delta_s = \nu \; t_s$.

La sua immagine proiettata sulla retina destra, invece, raggiunge il cervello dopo il tempo di latenza t_d, maggiore di t_s a causa dell'oscuramento dell'occhio, quindi nell'istante $t_3 = t_1 + t_d$. Nel frattempo il riferimento mobile avrà raggiunto il punto D, avendo percorso una distanza $\Delta_d = \nu \; t_d$.

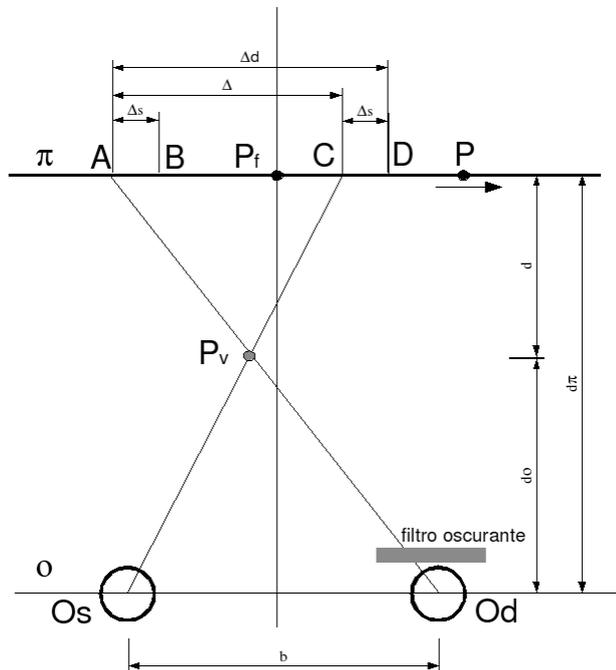



Fig. 1 – Schema geometrico per spiegazione effetto Pulfrich, punto di riferimento in spostamento verso destra

L'immagine proveniente dall'occhio sinistro che raggiunge il cervello all'istante t_3 deriva dalla percezione del riferimento mobile quando questo si trova nel punto C, anticipato di Δ_s rispetto al punto D.

Pertanto, all'istante t_3 il cervello si trova ad elaborare un'immagine proveniente dall'occhio sinistro che percepisce il riferimento mobile P nel punto C, e un'immagine proveniente dall'occhio destro che percepisce il riferimento mobile P nel punto A. Componendo le due percezio-

Nota 6 - Si noti che la spiegazione "classica" dell'effetto Pulfrich si basa sul movimento di un pendolo, in realtà mai usato da Pulfrich nei suoi strumenti costruiti per dimostrare l'effetto omonimo. Il movimento pendolare è caratterizzato da velocità non costante, il che implica una maggiore difficoltà di trattazione e non viene perciò considerato in questo lavoro.

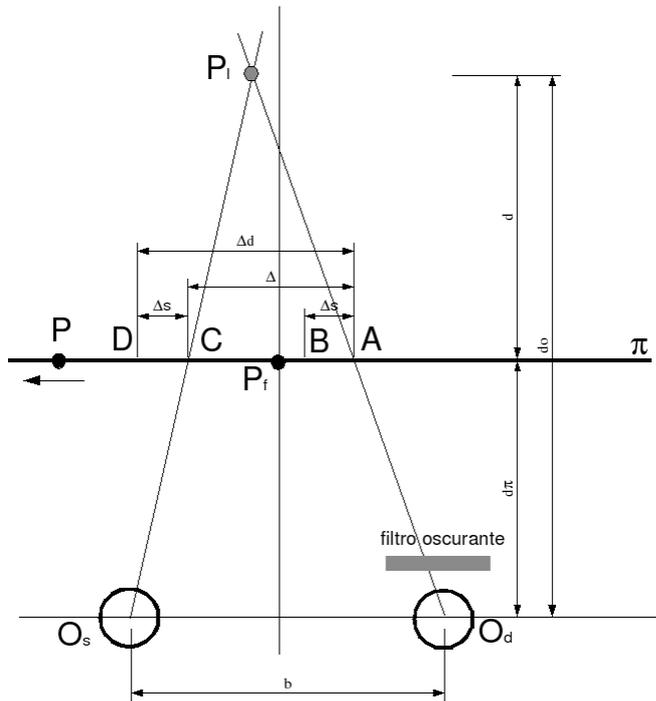



Fig. 2 – Schema geometrico per spiegazione effetto Pulfrich, punto di riferimento in spostamento verso sinistra

ni, si ottiene l'illusione che il riferimento mobile sia posizionato nel punto P_v, non facente parte del piano π, anzi, in particolare, percepito "al di qua", ossia più vicino, di tale piano.

Sfruttando la similitudine dei triangoli AP_vC e $O_sP_vO_d$, si ricava che lo scostamento d dal piano π è dato dalla relazione:

(1) $d = \Delta\, d_\pi / (b + \Delta)$

dove:

- ν è la velocità del riferimento mobile;
- δ_τ è la differenza del tempo di latenza;
- $\Delta = \delta_\tau \nu$ è la distanza percorsa dal riferimento mobile in un periodo di tempo pari alla differenza del tempo di latenza;
- d_π è la distanza tra l'osservatore e il piano π;
- b è la distanza interpupillare, circa uguale alla distanza tra i centri di rotazione oculari.

Invertendo la direzione del moto del riferimento mobile P, avviene quanto illustrato in figura 2. Analogamente al caso precedente, all'istante t_3 il cervello si trova ad elaborare un'immagine proveniente dall'occhio sinistro che percepisce il riferimento mobile P nel punto C, e un'immagine proveniente dall'occhio destro che percepisce il riferimento mobile P nel punto A. Componendo le due percezioni, si ottiene l'illusione che il riferimento mobile sia posizionato nel punto P_l, non facente parte del piano π, anzi, in particolare, percepito "al di là", ossia più distante, dello schermo.

Sfruttando la similitudine dei triangoli AP_lC e $O_sP_lO_d$, si ricava che lo scostamento d dal piano p è dato dalla relazione:

(2) $d = \Delta d_\pi / (b - \Delta)$

dove i simboli sono quelli relativi alla formula (1).

Volendo ottenere un'unica formulazione matematica per i due casi si devono fare le seguenti posizioni aggiuntive:

- si introducono due assi cartesiani orientati. L'asse delle ascisse, X, passa per i due centri di rotazione oculare O_s e O_d e quindi giace nel piano o. L'origine degli assi, O, è il punto medio tra i centri di rotazione oculare. L'asse delle ordinate, Y, è perpendicolare all'asse delle ascisse ed interseca quest'ultimo nell'origine O.
- la velocità del punto di riferimento mobile è grandezza vettoriale con verso positivo nel verso delle X crescenti.
- lo spostamento d dei punti percepiti P_v e P_l rispetto al piano π è positivo nel verso delle Y crescenti.

La situazione è raffigurata nella figura 3.

Sfruttando la similitudine dei triangoli e considerando i segni, si ricava che lo scostamento d dal piano π è dato dalla relazione:

$$(3) \qquad d = \frac{-\nu\, \delta_\tau\, d_\pi}{b + \nu\, \delta_\tau} = -\frac{\Delta\, d_\pi}{b + \Delta}$$

dove:

ν è la velocità del riferimento mobile, positiva nel verso le ascisse crescenti;

δ_τ è la differenza del tempo di latenza;

$\Delta = \delta_\tau \nu$ è la distanza percorsa dal riferimento mobile in un periodo di tempo pari alla differenza del tempo di latenza, positiva nel verso le ascisse crescenti;

d_π è la distanza tra l'osservatore e il piano π;

b è la distanza interpupillare, circa uguale alla distanza tra i centri di rotazione oculari.

Si noti che se il punto di riferimento mobile si sposta verso destra, d assume valori negativi, quindi il punto P viene percepito "al di qua" dello schermo. Viceversa, se il punto di riferimento mobile si sposta verso sinistra, d assume valori positivi, e il punto P viene percepito "al di là" dello schermo.

Si noti che la spiegazione fin qui riportata si fonda sull'assunzione che lo spostamento del punto di riferimento mobile sia di entità ridotta di modo che esso rimanga nell'Area di Panum; perciò, sebbene la sua immagine retinica si formi su punti

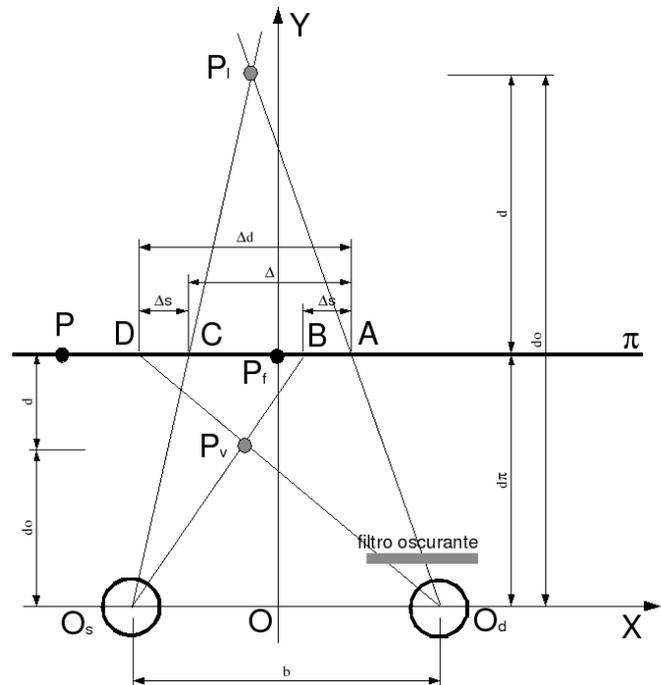



Fig. 3 – Schema geometrico per spiegazione effetto Pulfrich, assi e velocità orientati

retinici disparati, si verifica ugualmente il processo di fusione ([2]) e viene visto come singola entità (si vuole evitare che ci sia diplopia). Anche lo strumento usato da Pulfrich per dimostrare il fenomeno omonimo è caratterizzato da una distanza ridotta tra il cursore fisso e quello mobile, in modo tale da ricadere nell'assunzione fatta sopra.

La spiegazione "classica" basata sul pendolo e, soprattutto, le immagini visualizzate su uno schermo televisivo, in linea di massima non rispettano l'assuzione di movimento di limitata estensione, tuttavia l'effetto Pulfrich viene ugualmente percepito.

In [2] si sostiene che in questo caso il sistema visivo "si comporta come se" le immagini si formassero su punti retinici

all'interno dell'Area di Panum. Si può invece - forse più correttamente - notare che quando si osservano scene complesse, caratterizzate da movimenti relativamente ampi del soggetto che attrae l'attenzione, come ad esempio quelle visualizzate su uno schermo televisivo, il punto di fissazione si muove seguendo il soggetto.

In questo caso si può ipotizzare che per ogni punto della traiettoria del soggetto si possa applicare la derivazione sopra riportata, considerando l'intorno del punto considerato volta per volta. Al limite si ottiene un andamento tempo-continuo che è quello che l'osservatore percepisce visualizzando sequenze televisive prodotte opportunamente per evidenziare l'effetto Pulfrich.

Sembrerebbe quindi opportuno che il soggetto della probabile attenzione dell'osservatore compia movimenti il più possibile costanti, evitando bruschi cambiamenti di traiettoria e/o di velocità. All'occorrenza di tali cambiamenti potrebbe rendersi necessario effettuare dei tagli in sede di montaggio.

2.3 Parametri

Per rendersi conto dell'entità del fenomeno, in questo paragrafo si effettua un'applicazione delle relazioni sopra riportate. Si utilizzano alcuni valori tratti dall'articolo di Lit ([3]), in cui si riportano i risultati di un esperimento fotometrico concernente l'effetto Pulfrich.

Le condizioni sperimentali adottate prevedono un illuminamento retinico diverse decine di volte inferiore a quello che si verifica nell'osservazione di uno schermo televisivo. Perciò, in accordo con quanto asserito dallo stesso autore, si può ritenere che la differenza del tempo di latenza da considerare nel campo televisivo sia pari all'incirca al valore minimo riportato nei grafici, ossia δ_τ = 5 ms.

Considerando uno schermo televisivo da 25” e una visione alla distanza standard di 4H, ossia quattro volte la dimensione verticale dello schermo, si ottengono i seguenti parametri:

Diagonale schermo pari a 25” = 635 mm

Altezza schermo: H = 381 mm

Larghezza schermo: L = 508 mm

Distanza tra l'osservatore e il piano su cui si verifica il movimento: d_π = 4H = 1524 mm

Distanza interpupillare: b = 65 mm

Si assuma che l'oggetto che costituisce il riferimento mobile attraversi lo schermo in un secondo. Si avrà quindi una velocità ν= +/-508 mm/s (il segno indica il verso del movimento).

Introducendo i parametri sopra riportati nella (3), supponendo che il filtro oscurante sia posto davanti all'occhio destro, si ottiene:

movimento da sinistra a destra:

$$d = \frac{-508 * 0.005 * 1524}{65 + 508 * 0.005} = -57 \text{ mm (circa)} \qquad (4)$$

movimento da destra a sinistra:

$$d = \frac{508 * 0.005 * 1524}{65 - 508 * 0.005} = 62 \text{ mm (circa)} \qquad (4)$$

Tali valori sembrano abbastanza in accordo con quanto percepito visualizzando del materiale video prodotto per sfruttare l'effetto Pulfrich.

Tenendo conto, però, della enorme variabilità delle condizioni di osservazione, dei parametri ottici, di ripresa, dei sistemi di visione, ecc., nonché del fatto che la distanza percepita degli oggetti in movimento è solo un'illusione e non è in relazione con un parametro fisico del mondo reale, sembrerebbe che valutare la distanza di scostamento dallo schermo sia un esercizio non particolarmente significativo, se non per rendersi conto delle limitazioni del metodo rispetto ad una vera stereoscopia.

3. Varianti e miglioramenti

Le componenti principali di un sistema basato sull'effetto Pulfrich sono il movimento degli oggetti ripresi e l'uso di occhiali particolari.

Varie sono le pubblicazioni ed i brevetti che riportano ottimizzazioni, essenzialmente a carico degli occhiali, per migliorarne l'efficienza limitandone gli effetti indesiderati.

3.1 Movimento telecamera

Nei testi allegati ai brevetti [4] e [5], T. D. Beard descrive le tre tipologie di movimento camera illustrate nel seguito, da utilizzarsi per ottenere una buona illusione di profondità.

Si noti che le rivendicazioni brevettuali associano i movimenti camera all'uso di occhiali speciali che sono il vero oggetto del brevetto. Infatti, i movimenti camera in oggetto sono, ed erano già al tempo della richiesta del brevetto, generalmente noti agli operatori del settore che li adottarono comunemente fin dall'inizio della cinematografia. Inoltre, le tre tipologie di movimento coprono quasi tutti i movimenti bidimensionali possibili con una telecamera.

Spostamento della telecamera attorno ad un punto prefissato

E' la soluzione indicata come preferita. Consiste nel muovere la telecamera lungo una traiettoria curva, idealmente ma non

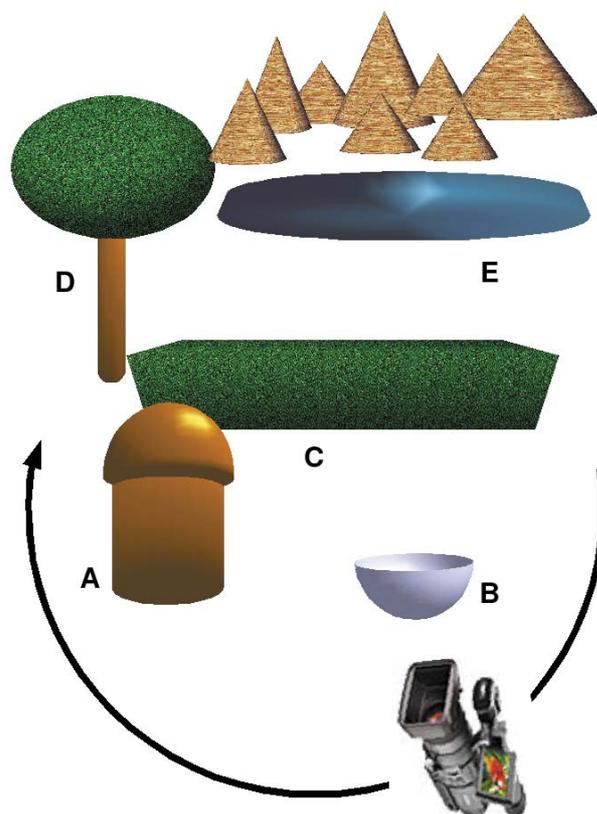



Fig. 4 – Rotazione della telecamera attorno ad un punto prefissato

necessariamente circolare, in modo tale che la telecamera rimanga puntata in un singolo punto.

Con riferimento alla figura 4, muovendo la telecamera in senso orario (visto da sopra) durante la ripresa, si ottiene una sequenza che, in fase di visualizzazione, mostra gli oggetti A e B in movimento da sinistra a destra, con velocità crescente tanto minore è la distanza dalla telecamera, il punto C fermo, mentre le immagini degli oggetti D ed E attraverseranno lo schermo da destra a sinistra, con velocità crescente all'aumentare della distanza dalla telecamera.

Osservando la scena con degli occhiali adatti a generare l'effetto Pulfrich, con la "lente scura" posta di fronte all'occhio destro, gli oggetti A e B risulteranno "al di qua" dello schermo, tanto più vicini quanto minore era la distanza dalla telecamera, il punto C apparirà sullo schermo e i punti D ed E saranno percepiti "al di là" dello schermo, tanto più lontani quanto più distanti erano dalla telecamera.

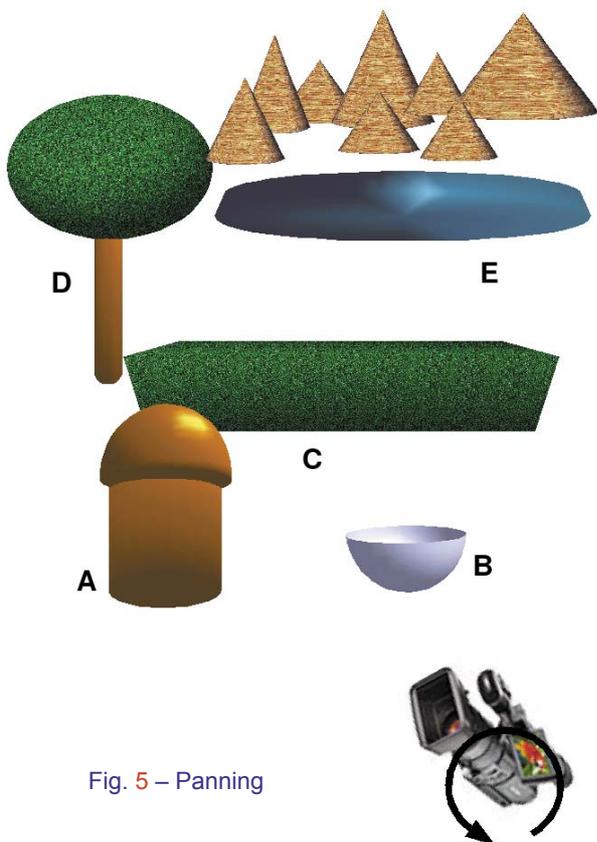



Fig. 5 – Panning

Una ripresa di questo tipo è particolarmente adatta per riprese in ambienti aperti, con il soggetto vicino alla telecamera e lo sfondo lontano. In questo caso l'operatore percorrerà una traiettoria curva davanti al soggetto - meglio se esso stesso si muove da sinistra a destra, quindi in direzione contraria alla telecamera – ponendo il punto fisso di riferimento al di là del soggetto. Lo sfondo, meglio se con caratteristiche di panoramicità, in sede di visualizzazione apparirà situato "al di là" dello schermo.

Si noti che l'inversione della direzione del movimento della telecamera ha come conseguenza l'inversione del posizionamento apparente degli oggetti costituenti la scena. Nell'esempio precedente si otterrebbe che il soggetto principale sarebbe percepito "al di là" dello sfondo, con evidente incongruenza percettiva, affaticamento della vista e perdita dell'effetto tridimensionale. Analogo problema si ha se si inverte il posizionamento della lente "scura": nell'esempio precedente se si posiziona la lente scura davanti all'occhio sinistro.

Rotazione della telecamera

In gergo televisivo tale rotazione è chiamata *panning*. Nella sequenza che si ottiene, gli oggetti fissi si muovono tutti nella stessa direzione, con velocità crescenti in proporzione diretta alla distanza della telecamera, e vengono percepiti quindi dalla stessa parte dello schermo, con spostamento rispetto a quest'ultimo proporzionale alla distanza dalla telecamera.

Nell'esempio illustrato in figura 5, con la telecamera ruotante in senso antiorario (visto dall'alto) si ottiene una sequenza che mostra tutti gli oggetti in movimento da sinistra a destra, gli oggetti più lontani con velocità maggiore.

Dato che gli oggetti più lontani saranno percepiti con spostamento maggiore, conviene utilizzare tale metodo di ripresa per viste panoramiche, con rotazione della telecamera in senso orario (visto da sopra – l'opposto a quanto illustrato in figura 5), ottenendo un movimento apparente degli oggetti in direzione destra-sinistra e con spostamento apparente "al di là" dello schermo tanto maggiore quanto maggiore è la distanza degli oggetti ripresi dalla telecamera. Si suppone che l'osservatore indossi la lente scura davanti all'occhio destro.

L'effetto risulta più evidente in presenza di un oggetto/soggetto in movimento da sinistra a destra con velocità superiore a quella della telecamera a quella distanza.

Traslazione lineare della telecamera

Questo tipo di ripresa, illustrato in figura 6, è quello che, per esempio, si potrebbe ricavare con la telecamera posta su un carrello che trasla su rotaie diritte.

In sede di visualizzazione, il movimento apparente è per tutti gli oggetti nella stessa direzione ed è contrario a quello effettuato della telecamera in sede di ripresa. Pertanto, appaiono tutti dalla stessa parte dello schermo, ma, a differenza dell'esempio precedente, gli oggetti più vicini alla telecamera risultano più veloci e quindi appaiono discostarsi maggiormente dallo schermo.

Nell'esempio di figura 6, data la traslazione della telecamera da destra a sinistra, in sede di visualizzazione gli oggetti appariranno muoversi da sinistra a destra. Ad un osservatore equipaggiato di occhiali con la lente "scura" davanti all'occhio destro si presenteranno quindi "al di fuori" dello schermo, mentre lo sfondo – per la precisione, il punto all'infinito – viene percepito sullo schermo. Inoltre, gli oggetti più vicini al binario, cioè alla telecamera, saranno percepiti più vicini, ossia maggiormente distaccati dallo schermo. In altre parole, l'effetto rispecchia il posizionamento degli oggetti costituenti la scena reale.

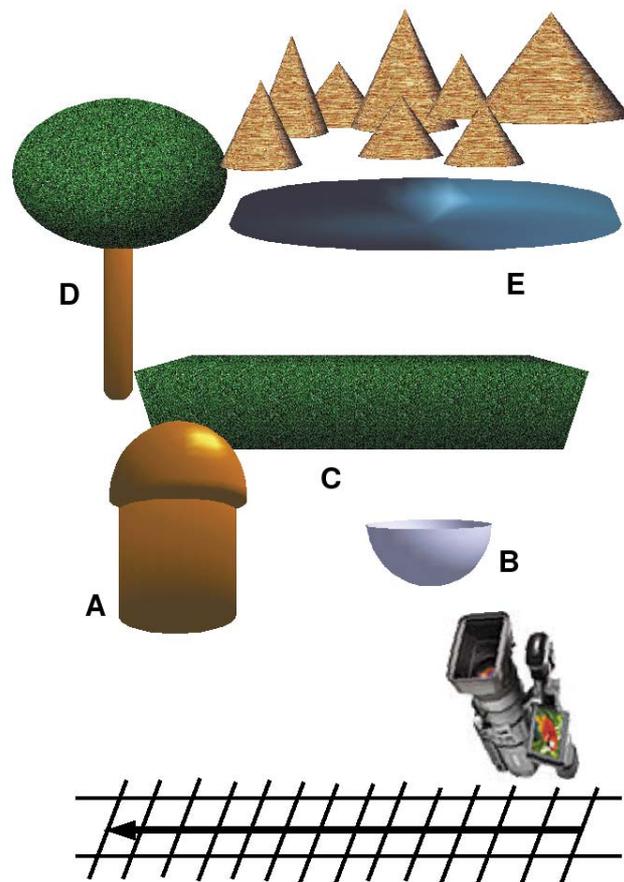



Fig. 6 – Traslazione lineare

Questo tipo di ripresa si adatta di più – probabilmente – a riprese in campo vicino, laddove debbano evidenziarsi i soggetti molto vicini e dove la scena non sia caratterizzata da una profondità molto elevata (gli scostamenti "al di qua" dello schermo non sono della stessa entità di quelli "al di là", inoltre lo spazio fisico tra schermo e osservatore è minore di quello al di là dello schermo e non si presta ad effetti prospettici troppo spinti).

3.2 Occhiali

Lenti ritardanti

L'illusione che sta alla base dell'effetto Pulfrich è generata dal ritardo con cui l'immagine proveniente da un occhio raggiunge il cervello, rispetto all'immagine proveniente dall'altro occhio.

Il metodo più utilizzato per ottenere tale ritardo consiste nel diminuire l'intensità luminosa che raggiunge un occhio, sfruttando il conseguente aumento del tempo di latenza della retina.

Ponendo davanti ad un occhio una lente costruita con una sostanza caratterizzata da una velocità di propagazione della luce minore di quella in aria, in linea di principio si ottiene un risultato analogo, evitando la fastidiosa differenza di intensità luminosa tipica degli occhiali tradizionali basati sull'oscuramento di un occhio. Materiali di questo tipo si reperiscono, per esempio, nel campo delle plastiche ottiche [6].

Alternativamente, la "lente" ritardante potrebbe consistere in una trappola di luce, per esempio costituita da una cavità risonante, costruita in modo da obbligare la luce a percorrere un tragitto sensibilmente maggiore di quello che percorre per raggiungere l'occhio libero, provocandone quindi il ritardo relativo.

Le due alternative possono evidentemente coesistere ed essere associate a filtri di diverso tipo descritti in altri punti di questo lavoro.

Il pregio maggiore di tali soluzioni dovrebbe consistere nella minore differenza di luminosità incidente sui due occhi rispetto alla tecnica tradizionale (lente scura), diminuendo così l'effetto detto *blind eye*.

Lenti distorcenti

J.M. Dasso, nel suo brevetto [7] propone di utilizzare occhiali con lenti graduate che rimpiccioliscano l'immagine davanti all'occhio dominante e ingrandiscano l'immagine davanti all'altro occhio.

Il principio di funzionamento è di creare artificialmente delle differenze tra le immagini percepite dai due occhi di modo da imitare le discrepanze realmente presenti in una visione stereoscopica reale.

Nel corpo del brevetto tale tecnica è prevista come integrativa e migliorativa rispetto all'uso della semplice lente scura posta davanti ad un solo occhio.

Lenti a diaframma

Da millenni gli eschimesi costruiscono i loro tradizionali occhiali di zanna di tricheco facendo una sottile fessura nella direzione di vista al fine di limitare l'intensità luminosa incidente sugli occhi.

E', peraltro, il principio utilizzato nelle macchine fotografiche per regolare la luce incidente sulla pellicola tramite il diaframma, che consiste - appunto - in un'iride con apertura variabile.

L'effetto che si ottiene è analogo a quello di un filtro neutro (grigio) di opportuna gradazione.

L.P. Dudley, nel brevetto [8], propone una soluzione consistente in un paio di occhiali in cui la lente scura è sostituita da una membrana opaca caratterizzata da un numero adeguato di fori di piccolo diametro in modo che la superficie di tali fori corrisponda a circa il 10% della superficie della membrana. In tal modo si ottiene l'equivalente di un filtro neutro con trasmittanza pari al 10% circa, che è sperimentalmente il valore più indicato per massimizzare l'effetto Pulfrich.

Ritornando alle soluzioni tradizionali, costruendo un paio di occhiali in cui la lente scura è sostituita da una parete opaca con una feritoia o un foro di piccole dimensioni – deve lasciar passare circa il 10% della luce incidente – in corrispondenza della direzione di vista, si dovrebbe ottenere un effetto paragonabile alla soluzione brevettata.

Si noti che tale soluzione si presta all'autocostruzione e potrebbe quindi essere poposta nell'ambito di trasmissioni di tipo ludico-didattico quali, ad esempio "Art attak" o similari.

Lenti non omogenee

T.D. Beard in [4] propone di utilizzare delle lenti non omogenee per diminuire l'effetto detto del *dead eye* (vedi punto seguente).

La lente scura è tale solamente nella direzione di vista, diventando trasparente ai bordi. La lente chiara, al contrario, è chiara al centro e scura ai bordi.

Lo scopo di questa soluzione è di diminuire la differenza di intensità luminosa incidente sui due occhi nella visione "normale", mantenendo tale differenza nella direzione della vista, che si suppone maggiormente utilizzata in fase di osservazione delle sequenze televisive riprodotte su uno schermo.

La bassa efficacia della soluzione, unita alla difficoltà di realizzazione delle lenti, ha spinto l'autore a proporre altre soluzioni più efficaci alcune delle quali sono descritte nel seguito.

Lenti con filtri colorati

In diversi brevetti ([4], [9], [5], [10]), si propone l'uso di occhiali con lenti colorate.

Basicamente si tratta di occhiali con una lente scura e una chiara per generare l'effetto Pulfrich, ma presentati in diverse varianti colorate con lo scopo di diminuire l'effetto negativo detto del *dead eye*.

L'effetto del *dead eye* (letteralmente: dell'occhio morto) consiste nell'accecamento dell'occhio oscurato in presenza di livelli di illuminamento ridotti e quando la differenza di intensità luminosa che raggiunge i due occhi supera una certa soglia. Finché si osserva una sorgente di luce quale, per esempio, uno schermo televisivo, tale differenza di oscuramento può essere fastidiosa ma generalmente è accettabile. Osservando invece un ambiente normalmente illuminato, la differenza di oscuramento causa l'accecamento dell'occhio oscurato e quindi l'effetto *dead eye*.

Si tenga in conto che, per evidenziare l'effetto Pulfrich, l'occhio oscurato deve ricevere non più di circa il 10% della luce incidente, e tale differenza di intensità

luminosa supera la soglia per la quale si verifica l'effetto del *dead eye* in condizioni di illuminamento normale.

Per ovviare a questo inconveniente, considerando che la televisione emette luce nelle ristrette bande di emissione dei fosfori (negli LCD e plasma la situazione è analoga), mentre gli oggetti del mondo naturale emettono luce su tutte le frequenze visibili, T.D. Beard in [5] e [10], propone che la lente "scura" sia costituita da filtri a bassa trasmittanza nelle bande di emissione dei fosfori e alta trasmittanza altrove e che la lente "chiara" sia composta da filtri con caratteristiche duali: alta trasmettività nelle bande di emissione dei fosfori e bassa trasmittanza altrove. Con occhiali muniti di lenti di questo tipo, si ottiene un'elevata differenza di intensità luminosa incidente sugli occhi quando si guarda un monitor, necessaria per ottenere un buon effetto Pulfrich, e una ridotta differenza di intensità luminosa quando si osserva il mondo naturale: l'effetto del *dead eye* risulta quindi fortemente ridotto.

3.3 Cromostereoscopia

Il sistema ottico umano, composto principalmente dal cristallino, non è acromatico. Ciò implica che le diverse lunghezze d'onda non possano essere focalizzate contemporaneamente sulla retina.

La focalizzazione sulla retina della luce colorata avviene grazie al potere di accomodazione del cristallino, analogamente a quanto avviene per la focalizzazione dell'immagine di oggetti posti a distanza differente. In genere, non è possibile ottenere contemporaneamente una perfetta focalizzazione per la distanza e per il colore.

Siccome la deformazione del cristallino dovuta all'accomodazione causata dalla distanza è di maggiore entità rispetto a quella dovuta alla focalizzazione della luce colorata, inconsciamente si è portati ad interpretare ogni deformazione del cristallino come dovuta alla distanza degli oggetti osservati, a volte pervenendo a valutazioni errate.

Cosicché osservando oggetti di diverso colore posti alla stessa distanza dall'osservatore, si percepiscono più lontani gli oggetti colorati con colori ricadenti nella parte alta delle frequenze ottiche visibili (verde-blu), e più vicini gli oggetti colorati con colori ricadenti nella parte bassa delle frequenze ottiche visibili (giallo-rosso). Tale fenomeno è noto con il termine di *cromostereoscopia* e non dipende dal movimento degli oggetti osservati ma solamente dal loro colore.

L.P. Dudley in [8] propone di utilizzare la *cromostereoscopia* in aggiunta all'effetto Pulfrich, ottenendo così la percezione della profondità anche in scene statiche.

La sua soluzione consiste nell'adozione di occhiali muniti di lenti dispersive al fine di aumentare l'aberrazione cromatica in uno o ambedue gli occhi dell'osservatore, congiunta con una opportuna colorazione e/o illuminazione degli oggetti costituenti la scena, in particolare utilizzando colori giallo-rossi per gli oggetti che devono apparire vicini e colori verdi-blu per quelli che devono apparire distanti.

4. Utilizzazioni e sperimentazioni passate

Ardito e Barbero in [11] analizzano l'effetto Pulfrich in quanto la Rai, nel 1989, mette in onda dei cartoni animati giapponesi prodotti in funzione dello sfruttamento di tale fenomeno. Non risulta che Rai abbia rinnovato l'esperimento in seguito.

In [12] si riporta che la prima diffusione commerciale di programmi televisivi caratterizzata da un'utilizzazione intenzionale dell'effetto Pulfrich negli Stati Uniti avvenne nel gennaio 1989 da parte della KTTV di Los Angeles. L'effetto tridimensionale fu minimo e passò quasi inosservato.

Alcune settimane dopo, nell'ambito del "Super Bowl half time program", furono presentati spettacoli musicali con effetto Pulfrich, associati a segmenti in computer grafica. Sembra che gli utenti fossero molto più interessati a quest'ultima che alla tridimensionalità.

Nel 1989, Theatric Support produsse l'evento "The Rose Parade in 3D 'Live'" per Fox Television, che a sua volta nel 1990 diffuse corte sequenze con effetto Pufrich relative ad un concerto degli Rolling Stones.

La Kellogg Company, nel 1992, fece produrre 13 episodi di cartoni animati della serie "Yo Yogi" in onda sulla NBC, con effetto Pulfrich.

Nel 1994, la Fox Television distribuì sei milioni di occhiali speciali in abbinamento alla diffusione dei programmi "Married With Children" e "Revenge of the Nerds IV."

Successivamente un produttore Cileno produsse sedici video musicali diffusi durante un progamma di varietà musicale (Martes 13) in un periodo di diverse settimane. Il successo fu notevole, con la vendita di tre milioni di occhiali speciali e molte richieste rimaste non soddisfatte.

Nel 1995 un produttore indonesiano diede la commessa alla "3d", azienda specialistica nel settore (vedi [12]), per la produzione di un programma televisivo composto da dodici puntate di mezz'ora ciascuna, che ebbe successo oltre alle aspettative.

Oltre a programmi di fatto sperimentali destinati alla diffusione, si trovano diverse produzioni stereotelevisive nel campo dell'*home video*.

Come esempio, si cita il video musicale "Love Can Build A Bridge", distribuito nel 1991, un programma di un'ora, con sequenze adatte per sfruttare l'effetto Pulfrich durante gli ultimi cinque minuti circa. L'effetto tridimensionale era a tratti rilevante, ma venne scarsamente notato dal pubblico ([12]).

In [13] si riporta di un episodio di "Third Rock From the Sun" risalente alla fine del 1997, e del video distribuito su cassetta intitolato "A Walk Through the Roses of Reynolda Gardens" di Dave Combs, in cui l'effetto Pulfrich mostra il suo potenziale senza rivelare le proprie limitazioni.

L'elenco esaustivo delle produzioni che hanno sfruttato l'effetto Pulfrich - sempre che sia possibile compilarlo - è troppo lungo per essere riportato, ed esula dagli scopi di questo lavoro.

Tuttavia, dall'analisi della documentazio-

ne, sembra che si possano derivare le seguenti considerazioni.

I programmi telediffusi devono essere gestiti come eventi, combinando soggetti che si prestano al particolare tipo di riprese necessario, alla distribuzione degli occhiali speciali e alla stimolazione della curiosità nel target di utenza.

Le realizzazioni di corta durata si prestano particolarmente bene all'utilizzazione dell'effetto Pulfrich in quanto si possono evitare con maggiore facilità situazioni indesiderate, in particolare quelle dovute alle limitazioni intrinseche nel metodo, quali il movimento del soggetto. Tuttavia, l'effetto Pulfrich può essere utilizzato anche in produzioni di largo respiro suscitando interesse, anche commerciale, purché il prodotto televisivo venga realizzato sotto certe condizioni [12].

Le produzioni destinate all'*home video* non hanno bisogno di particolari attenzioni di marketing in quanto gli occhiali speciali possono facilmente essere distribuiti assieme al supporto di registrazione (cassetta o DVD).

Non sembra che, sia da parte dei produttori che degli utenti, ci sia stato finora un notevole interesse se non in casi sporadici. Tuttavia è difficile determinare se la causa è da ricercarsi nelle limitazioni del metodo oppure nel disinteresse dell'utenza alla percezione della profondità. Sembra invece assodato che la migliore riuscita si ottenga tenendo conto delle caratteristiche e limitazioni del metodo fin dalle prime fasi della produzione, onde generare un prodotto avvincente e, soprattutto, esente da incongruenze percettive che possono facilmente distruggere l'illusione ottica generata dall'effetto Pulfrich.

5. Conclusioni

L'effetto Pulfrich è un'illusione ottica che, se prodotta in modo opportuno, può dare percezione della profondità e quindi una visione tridimensionale della scena osservata.

Tuttavia, è soggetto ad alcune limitazioni specifiche: gli oggetti visualizzati sullo schermo devono muoversi in senso orizzontale – le scene statiche non generano l'effetto Pulfrich – ed è impossibile realizzare inquadrature d'effetto, per esempio composte da oggetti che "escono" dallo schermo muovendosi verso lo spettatore – perché in tal caso non vi è movimento orizzontale omogeneo.

La posizione apparente degli oggetti visualizzati rispetto allo schermo dipende dalla direzione di movimento degli stessi: posto che la lente oscurante sia davanti all'occhio destro, gli oggetti che traslano da sinistra a destra sono percepiti "davanti" allo schermo, mentre gli oggetti che traslano in direzione contraria sono percepiti "dietro" allo schermo. Ponendo la lente oscurante davanti all'altro occhio la posizione apparente degli oggetti si inverte, con l'evidente possibilità che si creino incongruenze percettive.

Inoltre, il movimento richiesto agli oggetti perché venga generata l'illusione ottica alla base dell'effetto Pulfrich è piuttosto veloce. Ciò implica la necessità di generare scene in continuo movimento relativamente veloce, con la possibilità di suscitare sensazione di disagio nell'osservatore.

Oltre alle limitazioni suindicate, la visualizzazione dell'effetto Pulfrich richiede di indossare correttamente speciali occhiali, che, peraltro, possono essere leggeri,

poco costosi e, in alcune versioni, autocostruibili.

Il lato positivo di questa tecnica è che non richiede attrezzature speciali per la generazione, la diffusione e la visualizzazione delle sequenze. Anzi, è l'unica tecnica "stereoscopica" che sia completamente compatibile con l'attuale sistema televisivo, grazie proprio al fatto che la percezione della profondità non è prodotta tramite una coppia stereoscopica - la cui generazione, elaborazione e visualizzazione richiede speciali attrezzature - ma è suscitata come illusione ottica in sede di visualizzazione.

Le sequenze utilizzabili sono vere e proprie sequenze televisive monoscopiche, cioè "normali", ancorché riprese con opportuni accorgimenti che devono essere pianificati già in sede di progetto del prodotto televisivo.

L'elaborazione, per esempio il montaggio, eventuali codifiche, la diffusione del segnale, sono quelle già utilizzate nella normale filiera produttiva.

La visualizzazione è effettuata sui normali terminali di utente, cioè i televisori. Gli utenti muniti degli speciali occhiali possono percepire la profondità grazie all'effetto Pulfrich, gli altri osservano le sequenze come d'abitudine, senza artefatti.

Dalla documentazione reperita, sembrerebbe che i tentativi di utilizzare commercialmente l'effetto Pulfrich nel campo della diffusione televisiva siano posteriori agli anni '80. Ciò potrebbe indicare che dopo un decennio di televisione a colori si sia sentita la necessità di offrire un elemento di interesse aggiuntivo alla normale programmazione televisiva. Se ciò rispondesse al vero, la televisione stereoscopica potrebbe trovare il proprio spazio in assenza, o ad integrazione, di altre soluzioni tecniche che periodicamente vengono immesse sul mercato (nel passato: televisione a colori, registrazione domestica, televisione satellitare, televisione digitale; nel presente: televisione ad alta definizione). Un'opportuna programmazione basata sull'effetto Pulfrich potrebbe perciò stimolare l'interesse degli utenti "normali" verso i sistemi stereoscopici – quando saranno reperibili sul mercato.

Bibliografia

1. C. Pulfrich - "Die Stereoskopie im Dienste der isochromen und heterochromen Photometrie" - Die Naturwissenschaften, 23 giugno 1922.
2. J. M. Williams - "The Pulfrich Effect: Text Explanations" - www.siu.edu/~pulfrich/Pulfrich_Pages/explains/expl_txt/expl_jmw.htm
3. A. Lit - "The magnitudes of the Pulfrich stereophenomenon as a function of binocular differences of intensity at various levels of illumination" - The American Journal of Psychology – Vol. LXII, No. 2, Aprile 1949
4. T. D. Beard – Brevetto US4705371 "3-D method and apparatus" - 10 novembre 1987
5. T. D. Beard – Brevetto EP0325019 "Low differential 3-D viewer glasses and method" - 26 luglio 1989
6. J. M. Dasso – Brevetto US5434613 "Method and apparatus for generating a three-dimensional effect for two-dimensional images" - 18 luglio 1995
7. J.M. Dasso – Brevetto US6560815 "Method and apparatus for generatinga three-dimensional effect fot two dimensional images" - 22 luglio 1997

8. L.P. Dudley – Brevetto US4131342 "Stereoscopic optical viewing system" - 26 dicembre 1978[
9. T.D. Beard – Brevetto USA n. 4836647 - "Low differential 3-D viewer glasses and method with spectral transmission characteristics to control relative intensities" - 6 giugno 1989
10. T.D. Beard – Brevetto USA n. 4893898 - "Low differential 3-D viewer glasses and method with spectral transmission properties to control relative intensities" - 16 gennaio 1990
11. M. Ardito, M. Barbero - "Effetto stereoscopico con immagini in movimento" - Relazione tecnica RAI, ottobre 1989
12. "Spatial vision" - www.3d.com/flash/sehist2.html
13. D. Starkman, J. Dennis - "Pulfrich Roses" - Stereo World, luglio/agosto 1998 – www.combmusic.com/RosesReview.html
20. S. Christianson, H. W. Hofstetter - "Some Historical Notes on Carl Pulfrich" - American Journal of Optometry and Archives of the American Academy of Optometry, vol. 49, pages 944-947, 1972

Altri documenti di interesse:

21. A. Lit, R. H. Young, M. Shaffer - "Simple reaction time as a function of luminance for various wavelenghts" - Perception & Psychophysics, 1971, vol. 10
22. A. Lit - "The Pulfrich Effect: Discussions & Text Explanations" - www.siu.edu/~pulfrich/Pulfrich_Pages/explains/expl_txt/explaint.html
23. J. M. Williams - "The Pulfrich Effect: Text Explanations" - www.siu.edu/~pulfrich/Pulfrich_Pages/explains/expl_txt/expl_jmw.htm
24. "Nickalls-Pulfrich curve", www.2dcurves.com/higher/highern.html
25. T. D. Beard – Brevetto EP0325019 "Low differential 3-D viewer glasses and method" - 26 luglio 1989
25. A. Lit - "Dept-Discrimination Thresholds as a Function of Binocular Differences of Retinal Illuminance at Scotopic and Photopic Levels" - Journal of the Optical Society of America, Vol. 49, No. 8, Agosto 1959
26. M. Alpern - "A Note on Visual Latency" - Psychological Review, 1968, 75, pagg. 260-264
27. A. Lit - "The Pulfrich Effect: text Explanation by Alfred Lit" - www.siu.edu/~pulfrich/Pulfrich_Pages/explains/expl_txt/expl_lit.htm
28. "Take a deeper look" - Brochure pubblicitaria di Telcast Media Group – TELCAST International GmbH & Co. KG – www.telcast-group.tv

Nota della redazione di Elettronica e Telecomunicazioni:

il numero precedente, agosto 2004, è dedicato quasi totalmente alla televisione stereoscopica.

Storia della tecnologia della televisione
1 - Dal Telettroscopio al Disco di Nipkow

Marzio **Barbero**
Natasha **Shpuza**

Quest'anno, in occasione del cinquantesimo anniversario dell'avvio delle trasmissioni televisive in Italia, una quota considerevole degli articoli pubblicati su Elettronica e Telecomunicazioni è stata dedicata alla storia della tecnologia nella televisione.

Lo sguardo del Centro Ricerche, da sempre focalizzato sul futuro dell'innovazione tecnologica, si è con l'occasione rivolto anche al passato, per allestire e animare il percorso espositivo che, come illustrato nel resoconto in questo numero, ha accolto numerosi ed interessati visitatori.

E' stato proprio l'interesse suscitato dalla storia di una delle invenzioni che più ha avuto impatto sulla nostra cultura, nazionale e globale, che ci ha spinto a pubblicare una piccola storia illustrata a puntate della tecnologia televisiva, senza con ciò precludere, e anzi stimolando, la possibilità che autori più qualificati possano contribuire con articoli più specifici ed approfonditi su questo vasto tema.

Elettronica e Telecomunicazioni ha già pubblicato articoli correlati con la storia della tecnologia, in particolare il primo numero della rivista on-line (aprile/agosto 2001) è stato dedicato a Guglielmo Marconi e gli articoli [1] e [2] illustrano alcuni dei cimeli raccolti nel Museo della Radio e della Televisione presso la Rai, a Torino.

Le informazioni delle pagine che seguono si basano in particolare sull'articolo [3] pubblicato nel 1985 in occasione del servizio di televisione iniziato 50 anni prima, a Berlino e sulla ricca documentazione raccolta nel sito "Histoire de la Television" [4] a cui si rimanda per approfondire gli argomenti qui accennati.

Riferimenti Bibliografici

1. F. Ribelli, A. Scudellari: *L'invenzione di Marconi al Museo della Radio e della Televisione,* Elettronica e Telecomunicazioni, n.3, dicembre 2001
2. F. Ribelli, A. Scudellari: *La storia della televisione al Museo della Radio e della Televisione,* Elettronica e Telecomunicazioni, n.3, dicembre 2001
3. J.J. Peters: *Television 50 years*, 1985 www.ehb.itu.edu.tr/~eepazarc/rtv/dvb_tv-history.pdf
4. histv2.free.fr/cadrehistv.htm

1873-1881

L'effetto fotovoltaico e il Telettroscopio

La scoperta delle proprietà fotosensibili del selenio è attribuita a Willoughby Smith (un nome importante nello sviluppo della telegrafia: pose il primo cavo nel Mediterraneo, tra La Spezia e la Corsica) e al suo assistente J. May, che lavorano presso una società di radiotelegrafia in Irlanda. Il 4 febbraio 1873 Willoughby Smith indirizza una lettera a Latimer Clark, in cui descrive la reattività del selenio quando è colpito dalla luce, la lettera viene pubblicata sulla rivista *Nature*. Si crea immediatamente un notevole interesse in ambito scientifico.

Soprattutto nel mondo anglosassone si ritiene che George R. Carey, americano, sia stato il primo a ideare un sistema di trasmissione delle immagini, *the telectroscope*, già nel 1875, ma, in base alle fonti certe, è solo nel 1878 che tre ricercatori, quasi contemporaneamente, pubblicano articoli sull'uso del selenio per la trasmissione di immagini a distanza: Adriano de Paiva, professore all'università di Porto, Costantin Senlecq, francese, che sostiene di aver iniziato le ricerche sul *téléctroscope* nel 1876, e, infine, George R. Carey.

La proposta di Carey è basata sulla esplorazione contemporanea dell'immagine da parte di un grande numero di celle fotoelettriche, ciascuna delle quali è collegata, mediante un filo elettrico, ad una delle lampadine costituenti lo schermo in ricezione: chiaramente tale idea, l'uso di un numero di fili pari al numero di elementi di immagine, non è applicabile in pratica, per la trasmissione a distanza. E' comunque Carey, nel suo articolo *Seeing by Electricity* del 5 giugno 1880 su *Scientific American*, che descrive per la prima volta un dispositivo per la ripresa assimilabile ad una telecamera ed un pannello luminoso per la visualizzazione.

Ma è il prof. Carlo Mario Perosino, professore di fisica al liceo reale di Mondovì, in Piemonte, che in "Su un telefotografo ad un solo filo" propone il primo disegno di di un telettroscopio (Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino", vol XIV, disp. 4a, marzo 1879, Torino):

Il Socio Cav. Giuseppe Basso presenta, a nome dell'Autore, sig. Dott. Carlo Mario Perosino, Professore di Fisica nel R. Liceo di Mondovì, il seguente lavoro:

SU D'UN

TELEFOTOGRAFO AD UN SOLO FILO.

La diminuzione della resistenza elettrica del selenio,
riscaldato a 210° e poi lasciato raffreddare lentamente,
quando viene illuminato, mi ha suggerito l'idea d'un
Telettroscopio o *Telefotografo* che dir si voglia, cioè, come
indica il nome, d'un apparecchio destinato a produrre a
distanza le immagini degli oggetti che gli si affacciano:
apparecchio la cui costruzione esigerebbe assai cure e

"...un Telefotografo o Telettroscopio che dir si voglia, cioè, come indica il nome, di un apparecchio destinato a produrre a distanza le immagini degli oggetti che gli si affaccino: apparecchio la cui costruzione esigerebbe assai cure e spese, e forse non potrebbe compiersi qui da noi : onde io mi limito a svolgerne il concetto, colla speranza che altri si occupi di metterlo in esecuzione.

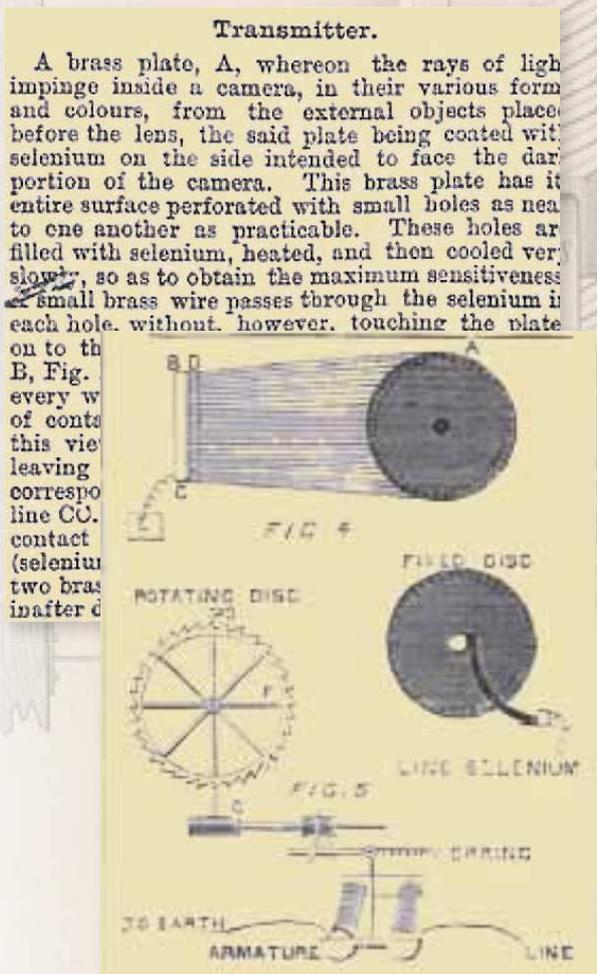
L'apparecchio, come io ho immaginato, consta di parti distinte: il *trasmettitore* e il *ricevitore*."

Il trasmettitore risulta d'un'ottima camera oscura, il cui fondo è costituito da una lamina metallica isolata, della quale la faccia anteriore (rivolta verso l'obbiettivo) è coperta d'un sottile strato di selenio, mentre la posteriore comunica col filo di linea."

Il sistema non è concepito per trasmettere immagini in movimento, solo immagini fisse, ma utilizza una camera oscura, a differenza dei metodi di scansione grafica proposti precedentemente.

Transmitter.

A brass plate, A, whereon the rays of ligh impinge inside a camera, in their various form and colours, from the external objects placed before the lens, the said plate being coated wit selenium on the side intended to face the dar portion of the camera. This brass plate has it entire surface perforated with small holes as nea to one another as practicable. These holes ar filled with selenium, heated, and then cooled ver slowly, so as to obtain the maximum sensitiveness small brass wire passes through the selenium i each hole, without, however, touching the plate on to th B, Fig. every w of conta this vie leaving correspo line CO. contact (seleniu two bras inafter d

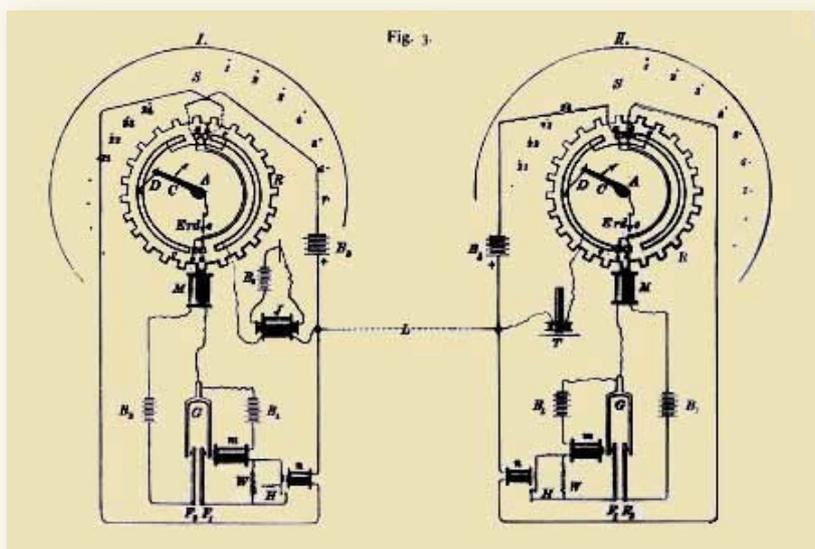
Telefotografo Perosino.
Museo della Radio e della Televisione - RAI, Torino

Constantin Senlenq nella sua pubblicazione Le télectroscope del 1980 indica che l'idea di utilizzare il selenio gli era venuta nel 1877, e ribadisce questa affermazione nella sua richiesta di brevetto del 1907, ma non esiste nessuna prova scritta di ciò. Analogamente si attribuisce la creazione del termine "télectroscope", ma tale termine appare per la prima volta nell'articolo pubblicato nel 1878 da Louis Figuier "Le télectroscope, ou appareil pour transmettre à distance des images". Nel 1981 compaiono alcuni articoli sulla stampa anglosassone ("The Telectroscope" su *The Electrician*, 7 February 1881, vol. 6, p. 141 e su "The Telectroscope", Scientific American supplement, n° 275, April 9, 1881) in cui sono presentati disegni dettagliati.

Due dischi rotanti alla stessa velocità commutano i segnali provenienti dalle celle di selenio del trasmettitore con le corrispondenti lampade del ricevitore, consentendo di inviare i singoli elementi di immagine in sequenza sullo stesso filo elettricoo

Sono le basi della scansione televisiva, tuttavia è ancora necessario, come nel sistema di Carey, avere un gran numero di celle e di lampade.

1884

Il disco di Nipkow

Paul Julius Gottlieb Nipkow fin da studente (nel 1882 abbandona gli studi scientifici all'Università di Berlino per difficoltà finanziarie dovute alla morte del padre) si interessa alla trasmissione a distanza delle immagini e nel 1884 presenta la domanda a cui corrisponde il primo brevetto relativo ad un apparecchio per la visione a distanza (Fern-sehen).

Il sistema di scansione dell'immagine è basato sull'uso di un disco rotante con una serie di fori disposti a spirale, ciascuno spaziato dal successivo della larghezza dell'immagine.

Un fascio di luce illumina ciascun riga dell'immagine attraverso i fori. L'intensità del fascio, la cui intensità è funzione dell'elemento di immagine, è convertito in un segnale elettrico dalla cella.

Dal lato ricevente, un disco identico ruota alla stessa velocità di fronte ad una lampada la cui intensità luminosa varia in accordo con il segnale ricevuto..

La scansione dell'immagine è completata dopo un'intera rotazione del disco, e se la rotazione avviene con sufficiente velocità l'occhio non percepisce più gli stimoli luminosi come elementi individuali dell'immagine, bensì l'immagine viene percepita nella sua interezza.

Anche questa idea, come quelle di Perosino e di Senlecq non viene realizzata in pratica, per ragioni di costo e di disponibilità all'epoca dei componenti adatti.

Prorogata l'apertura al pubblico del Centro Ricerche

Il numero di aprile era dedicato al percorso espositivo realizzato presso il Centro Ricerche in occasione dei festeggiamenti per il 50° anniversario della televisione in Italia.

L'iniziativa di apertura al pubblico, attuata con il contributo del Science Center della Provincia di Torino e il sostegno della Regione e della Città di Torino ha riscosso un notevole successo.

Le visite guidate, organizzate esclusivamente su prenotazione, si sono succedute regolarmente a partire dal 23 aprile ed in totale nel 2004 vi sono stati 58 giorni di apertura al pubblico (fra cui 12 sabati ed il 2 giugno) consentendo a più di 1400 visitatori di approfondire la storia, il presente ed il prossimo futuro della tecnologia televisiva.

Poiché continuano a pervenire richieste per fruire di questa iniziativa straordinaria, si è deciso di prorogarla anche nei primi mesi del 2005 (gennaio e febbraio).

FOTO SABINO MANTOVANO

I visitatori, organizzati in piccoli gruppi, sono guidati attraverso i diversi ambienti del Centro Ricerche.

I gruppi sono spesso costituiti da adulti o giovani delle ultime classi degli istituti superiori, ma anche i giovanissimi, delle scuole medie sono stati accolti dai ricercatori che hanno stimolato l'interesse adattando di volta in volta esempi e linguaggio al pubblico.

FOTO ENRICO CAVALLINI

FOTO SABINO MANTOVANO

Il percorso parte dall'illustrazione di tecnologie e linguaggi della televisione del passato per poi soffermarsi sui patrimonio audiovisivo accessibile attraverso le Teche Rai, sui nuovi servizi possibili con la televisione terrestre e interattiva, sulle diverse tecniche per la percezione stereoscopica in televisione e sulla qualità dell'alta definizione.